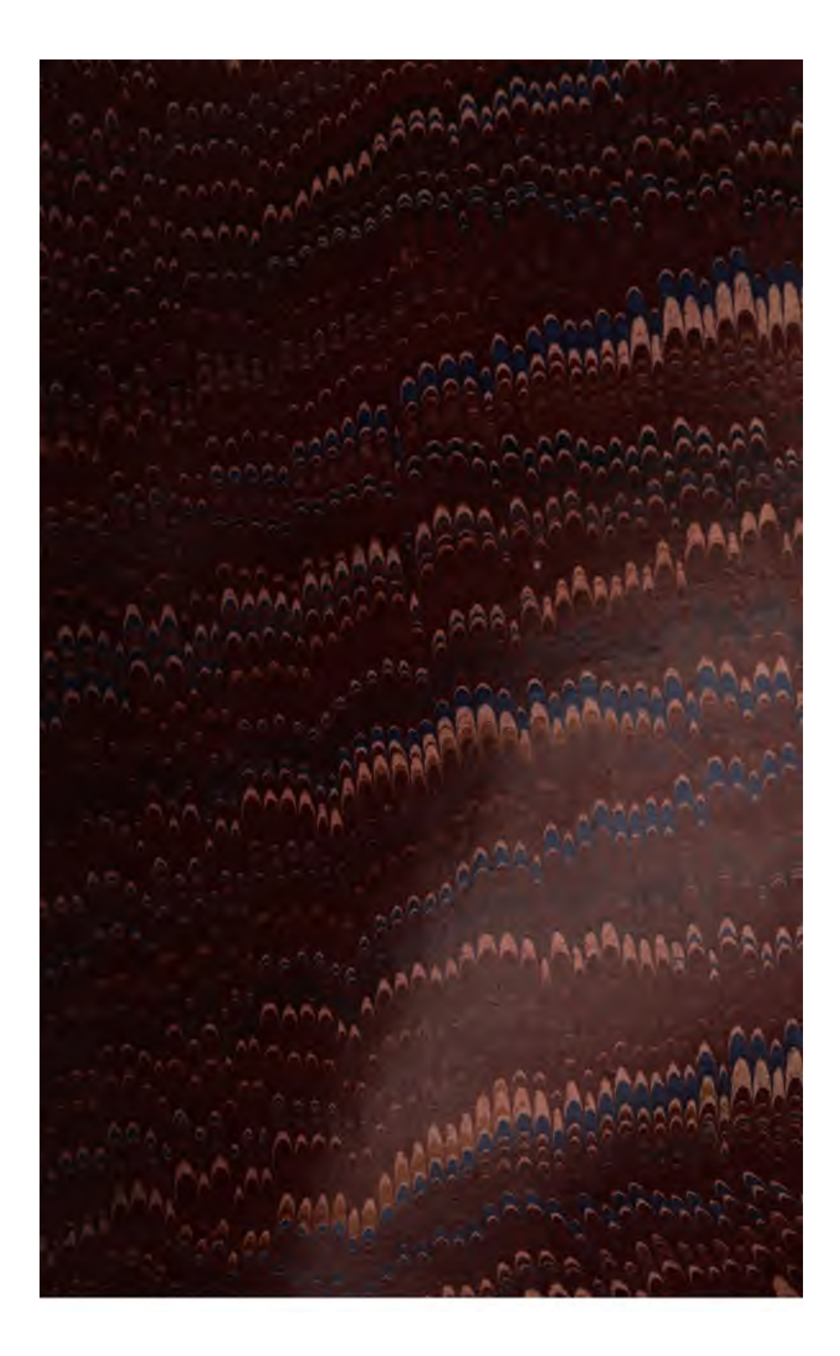



PRESS
SHELF
Nº




600050965V

L'ASTRONOMIE PRATIQUE

ET

LES OBSERVATOIRES.


ΑΕΙ Ο ΘΕΟΣ ΓΕΩΜΕΤΡΕΙ

L'ASTRONOMIE PRATIQUE

ET

LES OBSERVATOIRES

EN EUROPE ET EN AMÉRIQUE,

DEPUIS LE MILIEU DU XVIIe SIÈCLE JUSQU'A NOS JOURS;

PAR

C. ANDRÉ, | A. ANGOT.

TROISIÈME PARTIE.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1877


RADCLIFFE LIBRARY
UNIVERSITY
27 MAY 78
MUSEUM
OXFORD

AVERTISSEMENT.

Ce Volume renferme la description des Observatoires des États-Unis d'Amérique. L'histoire de l'Astronomie dans l'Amérique du Sud et l'étude complète du service météorologique des Américains formeront le volume suivant.

INTRODUCTION.

Tandis qu'en Angleterre l'utilité et l'importance de l'Astronomie ont été senties de très-bonne heure et que, de tout temps pour ainsi dire, cette Science y a reçu les encouragements du pouvoir central et des grands corps de l'État (1), en Amérique, au contraire, le pouvoir central fut tout d'abord indifférent à la naturalisation de cette science, et ses premiers progrès ont été dus uniquement aux efforts de l'initiative privée.

Déjà, avant la guerre de l'Indépendance, lors des passages de Vénus de 1761 et 1769, la *Société philosophique américaine* avait organisé trois stations d'observation, à Philadelphie, à Norritown et au Cap d'Henlopen; mais aucun de ces Observatoires temporaires ne survécut à l'observation de ce beau phénomène. Cependant l'un des

(1) Voir l'*Astronomie pratique et les Observatoires*. Ire Partie : *Angleterre*.

télescopes achetés par Franklin pour l'observation de 1769 servit en 1780 au professeur Williams pour observer une éclipse totale de Soleil; mais, après ces deux tentatives, on ne trouve pendant bien longtemps, dans l'histoire scientifique des États-Unis, que des efforts isolés et infructueux en vue de l'établissement d'un Observatoire digne de ce pays, tout aussi bien que de l'importance et de l'utilité de l'Astronomie.

Le premier effort a été fait dans la ville de Cincinnati, l'un des points fondamentaux de la *Description géodésique* des États-Unis; peu après la déclaration de l'Indépendance, en 1787, le Congrès avait décidé la division du territoire de l'Union en carrés de 6 milles de côté, orientés suivant les méridiens et les parallèles, la détermination des longitudes et latitudes de certains sommets fondamentaux et la mesure d'une base astronomique. Cette vaste entreprise fut commencée en 1807 par le colonel Jared Mansfield, premier *Surveyor general* de l'Union, qui, à l'origine, paraît avoir eu l'intention de ne point limiter ses travaux à la Géodésie. En effet, outre un petit instrument des passages, de 30 pouces ($0^{m},76$) de foyer, et une pendule astronomique, il avait fait acheter un télescope de 3 pieds ($0^{m},92$) de longueur focale ([1]);

([1]) Le télescope avait coûté 1435 francs, l'instrument des passages 2000 francs, et la pendule 1450 francs.

il les installa dans sa maison à Cincinnati, et, outre la détermination de la longitude et de la latitude de la ville, il fit avec eux quelques observations d'éclipses. A peu près à la même époque, John Lowell, citoyen du Massachussets, transmettait à Webber, *Hallis professor* de Mathématiques et de Philosophie naturelle à *Harvard College* de Cambridge, les instructions écrites que notre illustre Delambre lui avait remises, pendant son séjour à Paris en 1805, sur l'organisation d'un Observatoire et les instruments qu'un pareil établissement devait renfermer. Le projet de fonder un Observatoire à Cambridge paraît donc avoir été, dès cette époque, sérieusement agité dans les entretiens des anciens élèves de *Harvard College;* mais ce ne fut guère que dix ans plus tard, en 1815, que ce projet se traduisit en actes.

La corporation de l'Université nomma alors une Commission, composée de MM. Lowell, Farrar et Bowditch (1), pour arrêter un plan d'organisation, faire choix

---

(1) Nathaniel Bowditch était fils d'un tonnelier. Né à Salem (Massachussets) le 26 mars 1775, il fut placé, à l'âge de treize ans, comme commis chez un marchand de cordages à l'usage des navires, puis embarqué à vingt-deux ans pendant neuf années : il fut ensuite président d'une Compagnie d'assurances maritimes à Salem, et enfin, en 1823, secrétaire de la Compagnie d'assurances sur la vie du Massachussets à Boston. Il s'occupa beaucoup d'Astronomie, et son travail le plus remarquable est une traduction de la *Mécanique céleste.*

L'ASTRONOMIE PRATIQUE

ET

LES OBSERVATOIRES.

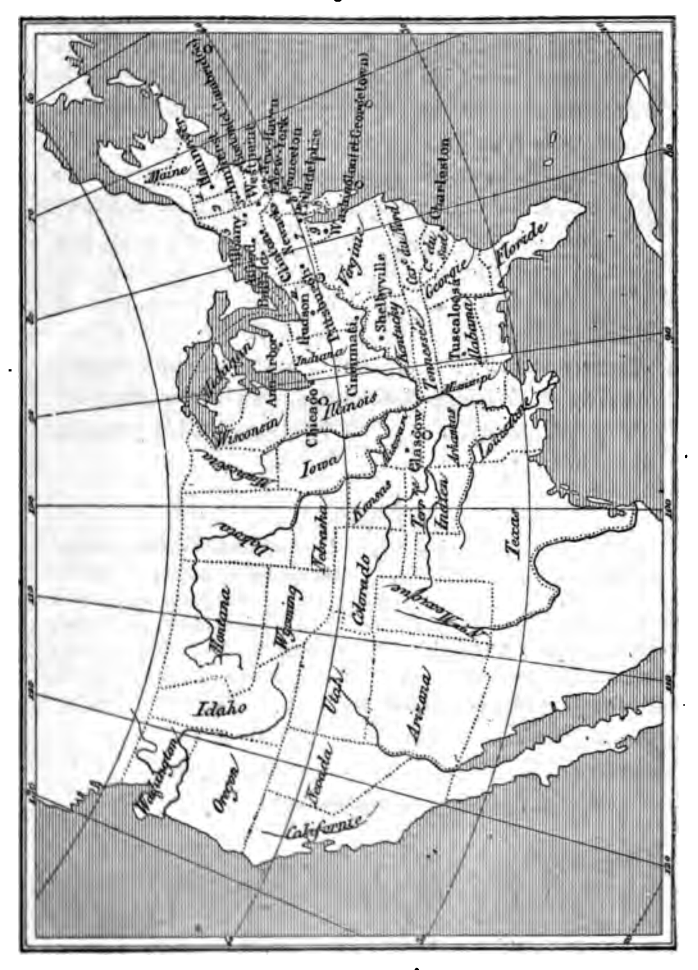
l'année; tous les astronomes d'Europe attendaient cette époque avec impatience. Leur enthousiasme avait facilement gagné ceux des savants américains qui portaient intérêt aux phénomènes célestes, et les journaux l'avaient fait partager au pays tout entier. Aussi ce fut, pour ainsi dire, un triomphe pour l'Amérique, lorsque les professeurs Olmsted et Loomis, de Yale College, annoncèrent dans les premiers jours d'août, c'est-à-dire bien avant qu'on eût pu être renseigné sur les travaux d'Europe, qu'ils avaient pu apercevoir la comète de Halley à l'aide de la lunette de Sheldon Clark. Si l'on voulait ne plus être, à cet égard, tributaire du vieux continent, il fallait donc des instruments et des Observatoires : telle est l'idée qui se propagea rapidement dans les Universités et Colléges, et les efforts que faisaient depuis quelques années certains amateurs en reçurent un appui considérable. D'un autre côté, l'établissement du Coast Survey (1832) avait ramené l'attention générale sur les travaux astronomiques; aussi bientôt on vit s'élever l'Observatoire de *Williams College* (1836) à Williamstown, dans le Massachussets; puis, successivement, ceux de *Western Reserve College* (1838) à Hudson, dans l'Ohio; de *Harvard College* (1839) à Cambridge, dans le Massachussets; de *High School* (1840) à Philadelphie, dans l'État de Pensylvanie; de *West Point* (1841), dans l'État de New-York; de *Georgetown* (1843), tout près de Washington, et enfin,

succédant à tous ces efforts individuels et venant, pour ainsi dire, les couronner, l'*Observatoire national*, depuis *Observatoire naval*, de Washington, dont la création fut le signal d'un développement astronomique considérable et décida celle d'un grand nombre d'Observatoires publics ou privés. Fait curieux cependant et qu'il est convenable de noter, le Yale College, qui avait été la cause accidentelle de cette vaste impulsion scientifique, n'a point pris part au mouvement qu'il avait provoqué ; la lunette de Sheldon Clark y est restée telle quelle et inoccupée ; et même un instrument des passages de 4 pouces ($0^{m},10$) d'ouverture et 5 pieds ($1^{m},50$) de foyer, que lui a donné, en 1854, M. Williams Hillhouse, de New-Haven, n'a point encore été monté, faute d'un local convenable pour son installation [1].

---

[1] M. E. Loomis, encore aujourd'hui professeur à *Yale College*, y a fait, en 1834 et 1835, des observations magnétiques importantes et, en 1836, des observations astronomiques destinées à donner la longitude et la latitude de l'Observatoire (*Silliman's Journal*, t. XXX et XXXIV). Comme on le verra plus loin, M. Sheffield vient de faire bâtir un Observatoire nouveau dans un bâtiment annexe de l'Université.

Fig. 1.



Carte astronomique des États-Unis.

CARTE ASTRONOMIQUE DES ÉTATS-UNIS.

(Les longitudes sont comptées à partir du méridien de Greenwich.)

Dans cette carte on n'a marqué que les villes qui possèdent un Observatoire ; leurs noms sont inscrits en caractères romains. Ceux des États sont indiqués en italiques ; par suite du défaut d'espace, quelques-uns de ces derniers ont dû être représentés par des numéros. Les noms d'État qui leur correspondent sont les suivants :

1. New-Hampshire.
2. Vermont.
3. Massachussets.
4. Rhode-Island.
5. New-York.
6. New-Jersey.
7. Pensylvanie.
8. Delaware.
9. Maryland.
10. Connecticut.
11. Ohio.

COMPLÉMENTS.

Depuis l'impression de ce volume nous avons reçu quelques renseignements qui nous permettent de compléter l'histoire de certains des Observatoires que nous avons décrits :

M. Ormond Stone, ancien assistant de l'Observatoire de Washington, vient d'être nommé directeur de l'Observatoire de Cincinnati (Ohio), et M. Lewis Boss a été chargé de la direction de l'Observatoire Dudley.

TROISIÈME PARTIE.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

LES PREMIERS OBSERVATOIRES.

I.

OBSERVATOIRE DE WILLIAMS COLLEGE (MASSACHUSSETS).

Le premier établissement des États-Unis qui mérita réellement le nom d'Observatoire, celui du collége Williams, à Williamstown, dans l'État de Massachussets, a été fondé en 1836 par le professeur Hopkins. Construit d'après les vrais principes (*fig.* 2), il est entièrement isolé des bâtiments du collége. Il fut doté à l'origine d'un instrument des passages de Troughton, dont la distance focale était de 4 pieds 2 pouces ($1^m,17$) et l'ouverture de 3,5 pouces ($0^m,09$), d'un télescope d'Herschel de 10 pieds ($3^m,05$) de foyer monté équatorialement et muni par les soins de M. Phelps, constructeur de New-York, des cercles divisés nécessaires aux mesures; une pendule de Molyneux complétait l'outillage de l'Observatoire. En 1852, M. A. Lawrence, de Boston, fit présent au collége d'un bel équatorial d'Alvan Clark, de 7 pouces ($0^m,18$) d'ouverture

et de 9,5 pieds (2^m, 90) de foyer, qu'on munit d'un mouvement d'horlogerie et qu'on installa à la place du télescope

Fig. 2.



Observatoire de Williams College.

d'Herschel; la lunette de cet équatorial paraît être excellente, car elle montre aisément la sixième étoile du trapèze d'Orion.

II.

OBSERVATOIRE DE WESTERN RESERVE COLLEGE (HUDSON, OHIO).

La seconde tentative sérieuse faite pour acclimater l'étude de l'Astronomie dans les États américains est due

au *Western Reserve College* (Collége de la Réserve occidentale) de la ville d'Hudson, dans l'Ohio. Légitimement désireux de surpasser le collége de l'État de Massachussets, le collége de l'Ohio s'attacha, dans le printemps de 1836, M. E. Loomis comme professeur de Mathématiques et d'Astronomie, et le chargea d'installer un observatoire. Ce savant vint alors en Angleterre pour en visiter les établissements astronomiques et y acheter les instruments nécessaires. Il était de retour à Hudson dans l'automne de l'année suivante; bientôt après arrivèrent un équatorial et un instrument des passages de Simms, l'habile constructeur de Londres, ainsi qu'une pendule de Molyneux.

L'Observatoire que M. Loomis fit élever en 1837 est aussi entièrement indépendant du collége : il se compose de trois salles contiguës. La salle du milieu, de 14 pieds de côté, abrite l'équatorial; sa lunette a 4 pouces (0^m, 10) d'ouverture et 5,5 pieds (1^m, 58) de foyer; elle est munie de cercles divisés, mais ne possède point de mouvement d'horlogerie. La salle orientale contient l'instrument méridien et la pendule ; le premier est fort petit : sa lunette a 2 pieds 6 pouces (0^m, 76) de foyer et 3 pouces (0^m,08) d'ouverture; quant à la pendule, elle paraît être une des meilleures qu'ait faites Molyneux. La salle occidentale sert de bureau. La fin de l'année de 1837 et le commencement de 1838 furent employés à l'érection du bâtiment et à l'installation des instruments; tout fut prêt en septembre 1838, et depuis lors jusqu'en 1851, où Loomis fut nommé professeur à l'Université de New-York. Il y fit une série régulière et continue d'observations, dont les plus importantes sont des observations de culminations lunaires pour déterminer la longitude et de circum-

polaires pour la latitude; elles ont été publiées dans les *Transactions de la Société philosophique américaine* ([1]), et leur ensemble, ainsi que leur vérification, faite par le télégraphe, en 1849, entre Hudson et Philadelphie (*Royal Society Proceedings*), a été discuté dans un beau Mémoire communiqué au *Journal astronomique* de M. Gould, lors de sa fondation ([2]).

Nous citerons encore quelques observations de comètes, particulièrement celles d'Encke (1842), de Biela (1846) et de la comète I, 1850, ainsi qu'une étude des satellites d'Uranus, que le faible pouvoir optique de l'instrument a forcément rendue incomplète ([3]). Depuis le départ de M. Loomis, l'Observatoire d'Hudson paraît être complétement abandonné.

III.

OBSERVATOIRE DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHILADELPHIE (CENTRAL HIGH SCHOOL OBSERVATORY).

Cet Observatoire a été fondé presque en même temps que le précédent : c'est d'ailleurs l'époque où le mouvement scientifique se généralise et s'étend aux États-

---

([1]) *Astronomical observations made at Hudson Observatory, Ohio, with some account of the building and instruments.* (*American Philosophical Society Transactions*, t. VII, VIII et IX.)

([2]) *On the longitude of Hudson* (*Ohio*) *Observatory.* (*Gould astronomical journal*, t. I, 1851.)

([3]) *Silliman's journal for* 1846 *and* 1852. — *Gould astronomical journal*, 1851.

Unis, où la nécessité d'avoir une vie scientifique propre commence à dominer dans l'esprit public. Aussi, lorsque, en 1837, le Bureau des contrôleurs des Écoles publiques de l'État de Pensylvanie décida la création d'une École supérieure centrale d'enseignement primaire, l'avis, émis par M. George Justice, d'adjoindre un Observatoire à l'établissement projeté, fut immédiatement adopté, quoique les travaux astronomiques fussent tout à fait en dehors des programmes de l'École. Le Bureau des contrôleurs vota une somme de 5000 dollars (25000 francs) pour l'achat des instruments et en chargea Sears Cook Walker, alors secrétaire de la Compagnie pensylvanienne d'Assurances sur la vie, et déjà connu par quelques travaux astronomiques (¹). La construction du bel équatorial de $0^m,24$ d'ouverture pour l'Observatoire de Dorpat (1824) avait porté dans le monde entier la réputation de l'Institut optique de Munich; de même, les cercles méridiens d'Ertel jouissaient, en Allemagne, d'une confiance générale : c'est là que s'adressa C. Walker.

Les instruments arrivèrent à Philadelphie dans l'automne de 1840; c'étaient :

1° Un équatorial de Merz et Mahler, de 6 pouces ($0^m,15$) d'ouverture et 8 pieds ($2^m,44$) de distance

---

(¹) Entre autres : *On the longitude of the Hall of the american philosophical Society, deduced from an occultation of Aldebaran.* (*Transactions of the american philosophical Society*, t. V, 1837.) — *Determination of the longitudes of several stations near the northern Boundary of Ohio, from transits of the Moon culminating stars observed in* 1835. (*Transactions of the american philosophical Society*, t. VI, 1839.)

focale, avec cercles divisés et mouvement d'horlogerie, monté de la même manière que celui de Dorpat, et dont le prix était de 2200 dollars (10000 francs environ);

2° Un cercle méridien d'Ertel dont la lunette a 5 pieds ($1^m,53$) de foyer et 4,5 pouces ($0^m,11$) d'ouverture, construit de manière qu'on puisse échanger l'oculaire et l'objectif, afin d'éliminer l'influence de la flexion de la lunette, et qui avait coûté 1200 dollars (6000 francs);

3° Un chercheur de comètes du prix de 245 dollars (1225 francs);

4° Une pendule à compensateur de mercure coûtant 300 dollars (1500 francs) et un chronomètre de 250 dollars (1250 francs).

Pour installer ces beaux instruments, on avait élevé, derrière le bâtiment de l'École, une forte tour en maçonnerie, haute de 14 mètres, reposant sur des fondations de 3 mètres de profondeur, et dont les murs avaient une épaisseur de $0^m,75$ au sommet. Les murs nord et sud de cette tour étaient reliés par deux fortes poutres de fer, qui portaient deux tables de marbre pesant chacune environ 450 kilogrammes et servant de base à l'équatorial : il s'appuyait sur elles au moyen des quatre vis calantes de son pied; quant aux piliers du cercle méridien, ils étaient portés directement par le mur sud de la tour.

Entre les mains de C. Walker et Kendall, les beaux instruments de Philadelphie ne restèrent point inoccupés. Quoique, à l'origine, le but principal de ces astronomes fût de fixer avec précision la position géographique de l'Observatoire, afin d'en faire une station principale et de premier ordre de la Géodésie américaine, ils ne délaissèrent point pour cela l'Astronomie générale : ainsi ils obser-

vèrent la comète d'Encke à son apparition de 1842 ([1]).

Un phénomène remarquable vint bientôt, d'ailleurs, attirer sur l'Observatoire de Philadelphie l'attention des États voisins; le 28 février 1843, apparut soudainement dans le ciel, près du Soleil, une magnifique comète à la tête petite, mais très-brillante, dont la queue était un long filet brillant de largeur uniforme, et qui fut vue dans presque tous les États de l'Union (excepté peut-être l'État de Rhode-Island), ainsi qu'à Mexico et en Italie (Parme, Bologne, etc.) ([2]). Walker et Kendall firent de ce bel astre des observations nombreuses et exactes ([3]). Deux ans plus tard, ils observèrent également la grande comète aperçue le 19 décembre par Wilmot au Cap de Bonne-Espérance ([4]).

En 1845, Walker, alors âgé de 40 ans (il était né le 28 mars 1805, au village de Wilmington, dans le Massa-

---

([1]) *Observations of Encke's comet at the high School Observatory.* (*Philadelphia monthly Notices,* t. V.)

([2]) A Halifax, dans le Delaware, on la vit à $7^h 30^m$ du matin environ, et l'on put la suivre jusque vers 3 heures du soir, moment où le ciel s'obscurcit. Le capitaine Clark, à Portland (État du Maine), prit des mesures de distance du noyau de la comète au bord du Soleil : ce sont les seules mesures qu'on ait de cet astre avant le 3 mars; à $3^h 2^m 15^s$, temps moyen de Portland, la distance du bord le plus éloigné du Soleil au bord le plus proche du noyau était de $4^\circ 6' 15''$. Lorsque Darla vit la comète à Copiopo (Chili), le 1er mars, elle avait deux queues distinctes : la queue principale s'épanouissait en s'éloignant de la tête; l'autre, située au nord de la première, était un filet brillant de largeur uniforme.

([3]) *Monthly Notices of the Royal astronomical Society,* t. VI, 1863.

([4]) *Observation of the southern comet of december* 1844. (*Silliman's journal,* t. V; 1845.

chussets), se trouva complètement ruiné par suite de placements aventureux et d'opérations commerciales malheureuses. Il quitta alors Philadelphie pour aller à l'Observatoire de Washington occuper le poste que lui offrait le Ministre de la Marine, poste que, d'ailleurs, il résigna bientôt, et auquel il préféra celui de directeur du service des Longitudes dans le *Coast Survey*. Il y fut l'un des promoteurs les plus actifs de l'application de l'électricité à la détermination des longitudes; ses deux premiers essais se rapportent à l'Observatoire de Philadelphie. En octobre 1846, on réunit entre eux, par des communications télégraphiques, partant du *General Post-Office* de Washington, l'Observatoire naval, celui de l'École supérieure de Philadelphie et un Observatoire temporaire installé près de Jersey-City. Les professeurs R. Keith, E.-O. Kendall et Loomis observaient à ces différents postes sous la haute direction de Walker. Les expériences recommencèrent dans l'automne de l'année suivante, pour essayer quelques perfectionnements apportés à la méthode; le professeur O. Kendall prêta encore à Walker son concours et celui des instruments de l'Observatoire de Philadelphie : il en fut de même en 1848, dans la détermination de la différence de longitudes entre ce dernier Observatoire et celui que le professeur Mitchel venait de fonder à Cincinnati ([1]). Tels sont, à notre connaissance

---

([1]) La planète Neptune attira aussi l'attention de S. Walker, qui publia dans les *American philosophical Society Proceedings* un certain nombre de Mémoires où il donna ses éléments elliptiques et démontra qu'elle avait été autrefois observée par de la Lande.

du moins, les derniers travaux astronomiques de l'Observatoire de Philadelphie ([1]).

En 1853, l'École supérieure fut démolie pour laisser passage à un chemin de fer, transférée à la place qu'elle occupe maintenant au coin de Broad-Street et de Green-Street, et l'on y a transporté les instruments que l'école possédait; mais, au lieu de chercher à améliorer l'installation si bizarre et si défectueuse de l'ancien Observatoire en profitant de l'expérience acquise aux États-Unis depuis 1838, on s'est attaché, pour ainsi dire, à copier servilement la première installation et peut-être même en a-t-on exagéré les défauts.

Deux piliers de maçonnerie de $4^m,85$ sur $0^m,75$, perpendiculaires au plan du méridien et distants l'un de l'autre de $5^m,50$, s'élèvent, en traversant le bâtiment de bas en haut, jusqu'à une hauteur de 27 mètres à partir des fondations. Ces deux piliers, complétement isolés des murs de la tour qui les renferme, forment pour ainsi dire un seul et même corps; ils sont reliés à chacun des quatre étages de cette tour par de fortes poutres en bois; au sommet, ils sont réunis à l'est et à l'ouest par deux paires de poutres en fonte.

Les poutres de l'est supportent une plate-forme, sur laquelle on a construit en briques et ciment un pilier prismatique de $1^m,20$ à la base, ayant ensuite la forme d'une colonne cylindrique de $0^m,90$ de diamètre et portant un bloc de marbre de 2 mètres de haut; il sert de base à l'équatorial. La partie ouest du pilier sud supporte

---

([1]) Walker est mort à Cincinnati le 30 janvier 1853.

une table de marbre de $0^{m},20$ d'épaisseur, formant le plan sur lequel on a installé l'instrument des passages; et, tout près de lui, se trouve la pendule, solidement fixée au mur occidental de la tour.

D'un autre côté, on n'avait pris aucune mesure pour assurer la présence d'un observateur; l'Astronomie étant en dehors du programme d'études de l'École supérieure, il aurait donc fallu rencontrer tout d'abord un homme que ne rebutassent point toutes les difficultés pratiques de l'installation actuelle : ce cas ne s'est point présenté.

Il est à regretter que, lors de la reconstruction de l'École, on n'en ait point entièrement séparé l'Observatoire; on aurait pu, sans plus de dépense, avoir aisément un établissement, modeste il est vrai, mais commode et sérieusement installé. Nous devons ajouter que l'Université de Pensylvanie vient d'être récemment reconstruite, et que le désir général est qu'elle soit dotée d'un Observatoire le plus prochainement possible. On discute même, en ce moment, le plan de la future installation.

IV.

OBSERVATOIRE DE GEORGETOWN COLLEGE (GEORGETOWN, PRÈS DE WASHINGTON).

En 1789, peu de temps après la déclaration d'indépendance des États-Unis, les religieux de la Compagnie de Jésus fondèrent dans la petite ville de Georgetown, à 4 kilomètres environ de Washington, un collége qui a été élevé au rang d'Université en 1815, et subsiste encore

aujourd'hui. Lors du grand mouvement astronomique dont nous venons de voir partout les preuves, en 1841 et 1842, deux des professeurs du collége, les Rev. P. T.-M. Jenkins et C.-H. Stonestreet, donnèrent à cet établissement les fonds nécessaires pour l'érection d'un Observatoire et l'achat des instruments.

L'Observatoire, commencé dans l'été de 1843, fut achevé en 1844, à peu près en même temps qu'arrivèrent les premiers instruments. Un bâtiment central à un étage surmonté d'un dôme abritant l'équatorial, flanqué de deux ailes symétriques servant de salles méridiennes et bâti sur la rive gauche du Potomac, à 47 mètres au-dessus du niveau de ses eaux, tel est l'Observatoire de Georgetown. Il est bien plus judicieusement construit que les deux précédents; cependant l'équatorial y est encore installé sur un pilier de $12^{m},50$ de haut, qui traverse tous les étages.

Le premier instrument reçu à Georgetown (1844) fut un instrument des passages d'Ertel et fils, de Munich, dont l'objectif a 4,5 pouces ($0^{m},11$) d'ouverture et 6 pieds 4 pouces ($1^{m},93$) de foyer (¹); on l'installa dans la salle occidentale. L'autre fut réservée pour le cercle méridien de Simms, qu'on reçut et mit en place en 1845; la lunette de ce cercle méridien a 4 pouces ($0^{m};10$) d'ouverture et 5 pieds ($1^{m},52$) de foyer. Chacune de ces deux salles est munie d'une bonne pendule sidérale de Molyneux, à compensation de mercure.

Ces instruments coûtèrent, le premier 1180 dollars

(¹) La longueur du foyer de cette lunette est remarquable, à peu près dix-sept fois son ouverture.

(5900 francs) et le second 2050 dollars (10 250 francs); mais, quoique relativement plus coûteux que ceux que Walker avait achetés pour l'Observatoire de Philadelphie, ils valent beaucoup moins : ainsi le cercle méridien de Simms n'a qu'un seul de ses cercles divisé (donnant les 5 minutes), et les lectures se font, suivant la position de l'instrument, au moyen de deux systèmes de quatre microscopes, fixés à chacun des piliers en maçonnerie qui portent l'axe de rotation. En outre, ce cercle divisé est beaucoup trop mince, et par suite il est sujet à des déformations considérables, qu'on diminue, dans la mesure du possible, en le faisant passer à sa partie inférieure dans une mâchoire de laiton fixée au pilier; enfin l'instrument n'est aucunement équilibré et appuie de tout son poids sur les coussinets de l'axe de rotation. Pour diminuer le frottement, on a imaginé, depuis, de faire pour ainsi dire reposer son axe sur quatre points : à l'est et à l'ouest, en dedans des deux piliers, sont deux colonnes contenant une tige verticale, soutenue par deux ressorts et terminée par deux galets dont le plan est parallèle au méridien et sur lesquels l'axe vient s'appuyer. Une pareille disposition soulage évidemment beaucoup les coussinets; mais, en même temps, elle diminue considérablement la stabilité de l'instrument. Ajoutons enfin qu'à cet instrument méridien ne correspondent ni collimateur ni mire méridienne. L'équatorial, qui arriva en 1849, est également de Simms; sa lunette a 6 pouces ($0^{m},12$) d'ouverture et 6 pieds 4 pouces ($2^{m},00$) de foyer; il est muni de cercles gradués, d'un micromètre et d'un mouvement d'horlogerie, et a coûté 2000 dollars (10 000 francs).

Le P. Curley, qui avait présidé à l'installation de ces instruments, fut mis à la tête de l'établissement et le dirige encore. En 1846, il détermina la position géographique de l'Observatoire par les culminations lunaires et des observations de circumpolaires. En 1847, le P. Sestini lui fut adjoint, et les observations à l'équatorial commencèrent; il en résulta un beau Mémoire sur les taches du Soleil, auquel l'Observatoire de Washington, tout récemment créé, donna l'hospitalité dans ses *Annales*. A la même époque, on attendait à Georgetown le P. de Vico, le célèbre *Chasseur de comètes* (1), que la Révolution avait chassé de Rome; mais il mourut à Londres le 25 novembre 1848, au moment où il allait s'embarquer.

Depuis, l'Observatoire de Georgetown semble pour ainsi dire écrasé par son puissant voisin l'Observatoire de Washington, en vue duquel il se trouve et dont il n'est guère éloigné que de 2 à 3 kilomètres; sauf une série d'observations de la comète I, 1850 (*Gould astronomical journal*, vol. I, p. 103), la vie scientifique y paraît presque éteinte. En 1852, cependant, le P. Curley a publié sous le titre : *Annals of the astronomical Observatory of Georgetown College*, une description détaillée de cet établissement et des instruments qu'il renferme; mais ce volume ne contient aucun résultat numérique, aucune des observations qui ont été faites, et nous n'avons point connaissance qu'elles aient été publiées depuis, pas plus qu'aucun travail astronomique plus

(1) De Vico venait de découvrir coup sur coup les comètes I, 1844; I, V, VI, IX, 1846; II, 1847.

récent ([1]). Le R. P. Curley, qui est encore directeur de l'Observatoire, est âgé de 89 ans et compose d'ailleurs à lui seul tout le personnel de l'établissement.

V.

OBSERVATOIRE DE CINCINNATI.

Après le premier essai dont nous avons parlé dans l'*Introduction*, l'Astronomie paraît avoir été bien peu cultivée à Cincinnati pendant un certain nombre d'années. Il faut aller jusqu'en 1842 pour trouver un effort sérieux fait dans ce but et l'établissement d'un véritable Observatoire, dû, d'ailleurs, cette fois tout entier à l'initiative individuelle. Voici dans quelles circonstances :

A la clôture d'un cours d'Astronomie que M. Ornsby-Knight Mitchel, professeur au collége de Cincinnati, fit dans cette ville en 1841 et 1842, cours suivi avec ardeur et qui avait provoqué l'enthousiasme, ce savant proposa la fondation d'une Société dont le but serait de créer un Observatoire et de le fournir des meilleurs instruments astronomiques. Vingt jours après, 11 000 dollars (55 000 francs) étaient souscrits : une Société civile était formée, *Cincinnati astronomical Society*, et O.-K. Mitchel, nommé directeur du futur établissement, était envoyé en Europe pour acheter les instruments. Pendant ce

([1]) Le P. Secchi a été attaché pendant quelque temps au collége de Georgetown, mais à cette époque il s'occupait de Physique : il y a produit un Mémoire sur la rhéométrie.

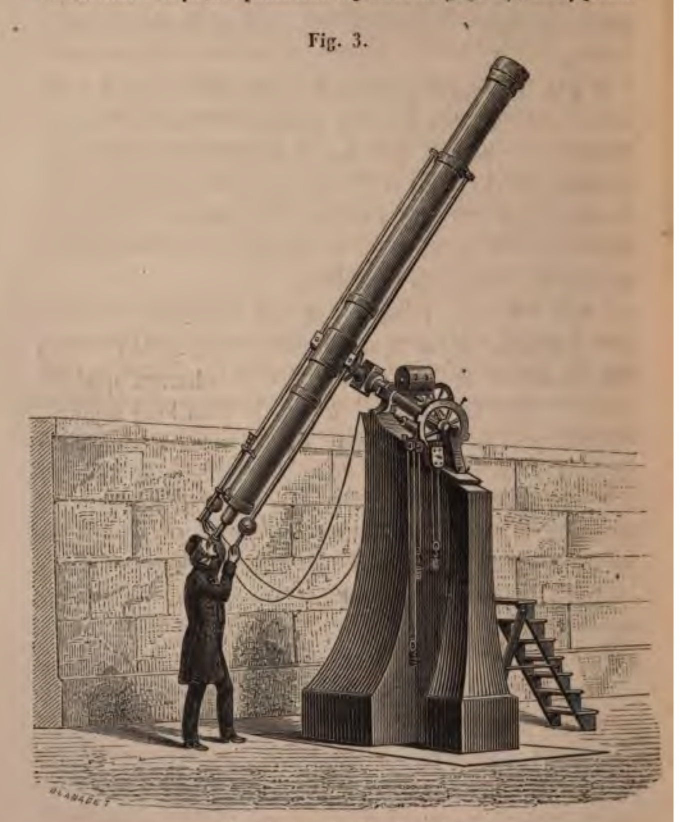
temps, le comité exécutif de la Société faisait construire le bâtiment même de l'Observatoire sur un terrain donné généreusement par Nicholas Longworth, riche négociant de Cincinnati.

Il y avait alors dans les ateliers de Merz et Mahler, directeurs du célèbre Institut optique de Munich, un objectif de 12 pouces ($0^m,30$) d'ouverture, l'un des plus grands qui existassent alors, qui avait été essayé et trouvé excellent par l'illustre Lamont, directeur de l'Observatoire royal de Munich (1), mais dont le prix élevé dépassait les ressources budgétaires des principaux Observatoires d'Europe; l'instrument, tout construit, devait en effet coûter au moins 50 000 francs. Après avoir visité les Observatoires de Greenwich (où il observa quelque temps), Paris et Munich (où il fit le plus long séjour), Mitchel trouva à son retour son pays en pleine crise financière, et d'abord il désespéra du succès final de son entreprise; mais, peu à peu, lorsque Bache, superintendant du *Coast Survey*, eut offert un instrument des passages de 6 pieds ($1^m,82$) de foyer, et que Mitchel eut pu apprendre à ses concitoyens l'accueil qui lui avait été fait et la joie que son projet avait excitée en Europe, l'enthousiasme reparut et l'achat d'un équatorial fait avec l'objectif de Munich fut décidé. Cet instrument arriva à Cincinnati en février 1845. L'Observatoire, dont la première pierre avait été posée en novembre 1843, par John-Quincy Adams, ancien président de l'Union et l'un des Américains les plus zélés pour l'Astronomie, l'Obser-

(1) *Astronomische Nachrichten*, 1836.

vatoire, disons-nous, était alors entièrement bâti ; et, à la fin de mars 1845, le splendide équatorial (*fig.* 3), de 17 pieds

Fig. 3.



Équatorial de Cincinnati.

(5ᵐ, 18) de foyer, fut installé dans une chambre carrée de 25 pieds (7ᵐ,6) de côté, dont le toit plat glissait tout

entier sur des rails horizontaux pour permettre l'observation. Mitchel trouva bientôt une occasion remarquable d'utiliser ce bel instrument; le 8 mai 1845, devait avoir lieu un passage de Mercure sur le disque du Soleil, et, sans qu'on attribuât alors à ces phénomènes toute l'importance qu'on leur donne aujourd'hui, c'était néanmoins l'un de ces faits astronomiques qui se recommandaient à l'attention de tous. Mitchel fut assez heureux pour l'observer dans son entier ([1]).

Le directeur de l'Observatoire de Cincinnati entreprit tout d'abord la révision des étoiles doubles du Catalogue que W. Struve venait de faire paraître ([2]). Outre les renseignements nouveaux (dédoublement certain des systèmes douteux, triplement de systèmes reconnus binaires), que lui permirent d'obtenir les hautes qualités optiques de son instrument, ses observations, faites à une époque assez éloignée de celles du célèbre astronome de Poulkova, fournissaient les moyens de prouver le déplacement relatif des diverses composantes et par conséquent la connexité physique qu'ont entre elles les composantes d'un même système.

En outre, Mitchel prit une très-grande part aux travaux entrepris alors sur l'initiative du professeur Alexandre D. Bache (petit-fils de Franklin), superintendant du *Coast Survey*, et de Sears Walker son premier assistant, pour trouver un procédé commode et sûr d'appliquer l'électricité à la transmission du temps.

([1]) *Astronomische Nachrichten*, t. XXIII, 1846.

([2]) *Stellarum duplicium et multiplicium mensuræ micrometricæ*, 1837.

Steinheil, de Munich, est, on le sait, celui qui, le premier, paraît avoir eu l'idée de se servir d'un courant électrique pour faire marquer la même heure à différentes horloges (septembre 1839); l'année suivante, Wheatstone inventait à Londres son *Horloge électromagnétique*, qui lui permettait d'envoyer avec une seule horloge l'heure partout où cela était nécessaire (1); en 1840 également, un autre Anglais, Alexandre Bain, décrivait un procédé permettant de faire marcher plusieurs horloges en même temps. La vieille Europe paraissait donc se borner à employer l'électricité pour régler des horloges ou faire mouvoir les aiguilles d'un cadran. Aux États-Unis le problème fut envisagé tout différemment et à un tout autre point de vue : le but était de faire servir les courants à la détermination des longitudes. Tout d'abord, en 1844, 1846 et 1847, on transmit par le télégraphe des signaux dont l'heure était notée à chaque station; ces signaux coïncidaient, par exemple, avec les différentes secondes d'un chronomètre et, transmis par l'une des stations, s'imprimaient à l'autre sur la bande d'un appareil de Morse, formant ainsi ce que Sears Walker appelait *a personal visible register*. On voulut alors transformer ce registre personnel en un registre automatique, c'est-à-dire qu'on chercha à faire que l'horloge inscrivît elle-même ses secondes, afin de supprimer l'intervention de l'observateur et les erreurs qui en résultent. En 1844, Joseph Saxton avait résolu ce problème d'une façon ingénieuse, et qui fut employée à l'Observatoire de Washington dès 1849;

---

(1) *Abstracts of the Philosophical Transactions*, t. IV.

mais, pour l'administration du Coast Survey, ce procédé était sujet à une objection grave. Le courant, traversant la pendule, pouvait en altérer la marche : Saxton modifia son procédé, et, en 1849, il appliqua à la pendule de Hardy du Coast Survey un mécanisme où cet inconvénient, que l'expérience montra bientôt être absolument nul, n'était d'ailleurs évité que pour retomber dans un autre, l'altération de la marche par les chocs répétés de la tige du pendule contre le petit marteau interrupteur de platine. De plus, aucun de ces procédés ne résolvait complétement le problème posé par le Coast Survey, qui demandait un mode de transmission aussi exact que possible et un appareil d'enregistrement muni d'un mouvement beaucoup plus uniforme que le récepteur de l'appareil de Morse. Le Dr Locke, le professeur Mitchel, de Cincinnati, et William Cranch Bond, de Cambridge, auxquels Walker avait proposé son programme, résolurent la question chacun de leur côté. Locke arriva le premier dans l'automne de 1848, et reçut du Congrès américain une récompense de 100 dollars (500 francs), ainsi qu'une commande de son instrument pour l'Observatoire national (cette horloge fut montée en 1850); Mitchel vint ensuite en 1849; enfin l'appareil de Bond, qui a été appelé « *Spring governor* », fut complet en 1850; il surpassait tous ceux dont s'était servi jusqu'alors le Coast Survey. Il reçut une médaille l'or de l'Association mécanique de Massachussets et une grande médaille (*council medal*) à l'Exposition universelle de Londres. Le « cylindre y tourne, en effet, dit Sears Walker, avec une régularité parfaite d'un tour par minute et mesure le temps avec la précision d'une horloge. Aussi, lorsqu'on a enlevé

la feuille de papier du cylindre sur lequel elle était enroulée, la série des minutes y forme-t-elle une ligne sensiblement verticale, tandis que les secondes de chaque minute y forment une ligne sensiblement horizontale partant du signe des minutes. Les signaux étrangers à l'horloge s'y impriment parallèlement aux signaux de secondes; rien de plus simple alors que de mesurer l'instant du phénomène » ([1]). Telle est l'origine de la célèbre méthode d'observation astronomique actuellement employée presque partout et à laquelle on a donné le nom de *méthode américaine*.

Quant à Mitchel, ses efforts ne s'étaient point limités à l'enregistrement du temps, c'est-à-dire des ascensions droites des astres; mais il avait cherché à enregistrer aussi de petites différences dans leurs déclinaisons. On a de lui, à ce sujet, deux Mémoires ([2]), dont le dernier conduit à la méthode suivante, qui donne les petites différences de déclinaison sans qu'il soit besoin de recourir à l'emploi d'un cercle gradué. A l'axe de rotation de l'instrument est fixé, par un fort collier, un bras léger de 6 pieds de long ($1^{m},82$), qui porte à son extrémité un électro-aimant dont l'aiguille se meut devant une planche métallique fixée à l'un des piliers, et qu'on peut élever dans

---

([1]) *Annals of the Observatory of the Harvard College*, vol. I, Part I, p. 28.

([2]) *On a new method of observing and recording astronomical right ascensions and north polar distances.* (*American Association Proceedings*; 1850.)

On a new method of recording differences of north polar distance by electro-magnetism. (*Silliman's journal*, t. XIII, 1852.)

un plan parallèle à celui (le méridien) dans lequel se meut l'extrémité de l'aiguille. Lorsque l'étoile a été amenée sur l'un des fils horizontaux du réticule, l'observateur donne un top sur son manipulateur : il en résulte sur la plaque un petit trait sensiblement vertical; la distance horizontale, qui sépare les traits correspondant à deux étoiles déterminées, mesure la différence de leurs déclinaisons.

Enfin nous devons encore signaler, parmi les travaux de O. Mitchel, la détermination de la longitude de Cincinnati ([1]) et des expériences faites sur la vitesse de l'électricité dans un circuit télégraphique ([2]).

Mais la Société astronomique de Cincinnati n'avait pas survécu longtemps à la fondation de l'Observatoire : les ressources pécuniaires qu'elle fournissait à Mitchel lui manquèrent bientôt, et cet habile astronome fut obligé de reprendre les travaux absorbants du professorat. Bientôt cette ressource lui manqua, le Collége de Cincinnati ayant été la proie des flammes; Mitchel fit alors une série de conférences astronomiques, qui, si elles l'enlevèrent à ses chers travaux, eurent au moins pour résultat de surexciter le mouvement qui commençait de toutes parts dans l'Union en faveur de l'Astronomie. Enfin, en 1848, il fut nommé ingénieur en chef du chemin de fer du Mis-

---

([1]) *On the longitude of the Cincinnati Observatory by the telegraphic operations in connection with the United-States Coast Survey.* (*American Association Proceedings for* 1851.)

([2]) *Experiments on the velocity of the electrical waves or currents through a metallic circuit.* (*Gould astronomical journal,* t. I, 1851.)

sissipi et de l'Ohio, et ne parut presque plus à l'Observatoire. Devenu, en 1853, directeur de l'Observatoire Dudley, à Albany, il ne quitta néanmoins Cincinnati pour aller occuper ce poste qu'en 1859. Mitchel resta d'ailleurs peu de temps dans cette dernière ville. La guerre de sécession (1861) le fit Major Général commandant le département du Sud, et il trouva la mort dans son commandement à Beaufort (Caroline du Sud).

Après le départ de Mitchel, M. Henry Twitchel, de Cincinnati, ancien assistant du professeur Yarnall, de la Marine des États-Unis, fut nommé directeur. Il y resta fort peu de temps, et M. Williams Davis, de Cincinnati, reçut alors l'autorisation de se servir du bâtiment et des instruments. Il y continua pendant deux ans la série des observations de culminations lunaires qu'il avait commencées, en 1856, pour le Coast Survey.

Mitchel ne fut réellement remplacé qu'en février 1869, par M. Cleveland Abbe, autrefois assistant de l'Observatoire de Poulkova, et plus tard attaché à l'Observatoire de Washington. Mais, à cette époque, l'Observatoire de Cincinnati se trouvant, par suite de l'agrandissement de la ville, entouré d'usines et noyé dans la fumée, toute observation sérieuse y était devenue impossible; aussi M. Abbe quitta-t-il presque immédiatement son poste pour faire partie, en qualité d'astronome, de l'Expédition du Darien. A son retour, il fut appelé au *Signal Service,* avec la charge de l'annonce du temps et des bulletins quotidiens, service dont il avait été l'un des premiers fondateurs, à Cincinnati.

Son passage ne fut cependant point entièrement inutile à l'Astronomie; c'est à ses plaintes incessantes et à ses

vigoureux efforts que l'on doit la création d'un nouvel Observatoire et en même temps la cession de celui-ci à l'Université, avec l'obligation d'y entretenir un directeur chargé uniquement de travaux scientifiques et indépendants de tout but d'enseignement; selon toute probabilité, M. Abbe a donc assuré au nouvel établissement un travail sérieux et productif.

Construit, au moyen de fonds donnés par M. John Kilgoor, de Cincinnati, dans une position magnifique, à quelques milles de la ville, sur le mont Lookout, un des points les plus élevés du comté d'Hamilton, cet Observatoire se trouvera complétement à l'abri des inconvénients qui nuisaient tant au travail de l'ancien établissement : il n'en sera d'ailleurs en quelque sorte que la continuation ; car, par un sentiment de juste reconnaissance, la première pierre, qui fut posée le 28 août 1870, est précisément celle qu'Adams avait posée en grande pompe en 1843 pour l'ancien Observatoire.

Le nouvel Observatoire, aujourd'hui complétement terminé, se compose d'un pavillon central renfermant le grand équatorial, abrité par une tourelle rotative en fer ressemblant à une tourelle de *Monitor,* et de deux ailes destinées à recevoir les instruments méridiens.

Le directeur de cet établissement n'est point encore nommé.

CHAPITRE II.

OBSERVATOIRE DE HARVARD COLLEGE (CAMBRIDGE, MASSACHUSSETS).

I.

Dès 1815, l'Université de Cambridge avait fait de sérieux efforts pour arriver à la création d'un Observatoire permanent, mais ces efforts n'avaient point abouti. Cependant les promoteurs de cette idée n'avaient point renoncé à l'espoir de la voir s'exécuter; en octobre 1823, John Quincy Adams, alors secrétaire d'État aux États-Unis, adressait à un membre de la corporation de l'Université une lettre où il le priait de faire faire les bâtiments de l'Observatoire, sans attendre les instruments d'Europe. Il fallait dans ce but ouvrir une souscription, disait Adams, et lui-même s'inscrivait pour 1000 dollars; mais les temps n'étaient point encore venus, et la souscription d'Adams resta presque la seule. Cette idée ne fut réalisée que vers 1827, époque où l'Université put acheter la propriété dite *Dana-House*, qui avait été désignée par les

commissaires de 1816 et 1822 : c'était un grand pas, comme on va le voir.

A son retour d'Europe, Williams Cranch Bond s'était établi près de Boston, à Dorchester, et s'y était construit, pour le réglage de ses chronomètres, un petit Observatoire destiné à lui donner le temps (¹). Ses observations, qui devaient d'abord servir presque uniquement aux intérêts de sa fabrication, prirent un but plus général lorsque, en 1838, il fut engagé par le gouvernement pour faire, avec des instruments appropriés, une série d'observations astronomiques et météorologiques, en relation avec celles de l'expédition dirigée par le capitaine Charles Wilkes et chargée de l'exploration des mers du sud. Dès qu'Adams, alors président de la Corporation de l'Université, apprit cette nouvelle, il crut avoir trouvé l'occasion favorable. Sur sa proposition, après avoir pris l'avis du Congrès, la Corporation de l'Université s'entendit avec Bond, pour le transfert de tous ses appareils à Cambridge; en même temps elle le nommait *Astronomical Observer* de l'Université et elle prenait des mesures pour recueillir, par voie de souscription, la somme nécessaire à l'appropriation des bâtiments de Dana-House. On recueillit ainsi 4000 dollars (20 000 francs). Les travaux furent activement poussés, de telle sorte que, à la fin de 1839, les instruments étaient installés. Il n'y eut d'ailleurs pas d'interruption dans les observations de Bond; sa dernière observation à Dorchester est datée du 25 décembre,

(¹) Il fit aussi quelques observations d'occultations et d'éclipses. (*Occultations and eclipses observed at Dorchester. American Academy Memoirs*, t. I, 1833.)

et sa première à Dana-House, du 31 du même mois [1].

Nous ajouterons qu'en avril 1840 l'Académie amé-

---

[1] Voici le texte de l'engagement contracté par Bond avec l'Université, le 30 novembre 1839 :

« M. Bond s'engage à transporter à Cambridge ses instruments astronomiques, magnétiques et météorologiques, et à les placer sous le contrôle de la Corporation ; il se réserve toutefois l'usage exclusif de ces appareils pour les observations nécessaires à l'accomplissement de son contrat avec le gouvernement des États-Unis, ou aux observations précises qui lui sont, comme régleur de chronomètres, nécessaires pour sa maison de commerce (Bond avait transféré sa maison de Dorchester à Boston).

» Toutes les observations faites par lui seront publiées à son entière discrétion, et sous sa seule direction ; mais Bond y prendra le titre de *Astronomical observer for the College*.

» M. Bond devra faire toutes les observations que la Corporation pourrait lui demander à un moment quelconque : en cas de refus ou d'impossibilité, l'Université pourra les faire faire par son professeur de Philosophie naturelle.

» Le transfert à Cambridge des instruments de Bond se fera aux frais, risques et périls de l'Université, ainsi que la construction de l'Observatoire. L'Université s'engage, en outre, à approprier la propriété de Dana-House pour l'usage de M. Bond et de sa famille, réservant la chambre basse du sud-ouest comme chambre d'observation à l'usage commun de M. Bond et du professeur de Philosophie naturelle, et la salle qui la surmonte, ainsi que le cabinet attenant à l'usage exclusif de ce professeur.

» M. Bond, ne recevant aucun traitement de l'Université, a toute liberté de continuer son commerce et conserve la jouissance exclusive de tous les avantages de son contrat avec le gouvernement des État-Unis. D'ailleurs, l'Université prend à sa charge l'achat de tous les livres et autres objets nécessaires aux observations qu'elle pourra demander à M. Bond.

» Cet engagement est valable pour cinq ans : à l'expiration de ce terme, M. Bond aura le droit d'enlever du collége, s'il le juge convenable, tous les instruments qu'il y aura apportés. »

ricaine des Arts et des Sciences, *the American Academy of Arts and Sciences,* décida de prendre sur les fonds de la dotation Rumford les sommes nécessaires pour subvenir à l'achat d'instruments magnétiques et météorologiques. L'Observatoire de Dana-House comprit alors :

1° Un instrument des passages de Troughton et Simms, dont l'objectif avait 2,75 pouces (0m, 07) d'ouverture et 46 pouces (1m, 17) de foyer, muni d'un micromètre et d'un cercle de position, à 12 milles au sud duquel, sur le versant ouest de la Colline Bleue (*great blue hill*), dans le comté de Milton, on avait installé sur un pilier de pierre une mire méridienne destinée à donner l'erreur de collimation et à repérer la position de l'instrument;

2° Un télescope de 5 pieds (1m, 50) de foyer, dû à Short;

3° Deux lunettes de 1m, 17 de foyer;

4° Un cercle d'intensité magnétique de Gambey;

5° Un appareil magnétique complet de Lloyd, comprenant trois instruments : l'un pour la déclinaison, l'autre pour la composante horizontale et le troisième pour la composante verticale du magnétisme terrestre;

6° La série ordinaire des instruments météorologiques.

Les observations astronomiques se continuèrent sans interruption à Dana-House, jusqu'au retour de l'expédition du capitaine Wilkes (1842), époque où prenait fin l'engagement de W.-C. Bond avec le gouvernement de l'Union (1).

(1) Les observations magnétiques directement faites sous la surveillance d'une commission de l'Académie américaine, par les soins de la corporation de Harvard College, continuèrent régulièrement jusqu'au 23 mars 1843. Pendant une partie de cette période, les élèves des classes dites *seniores, juniores* et *sophomores*

Cet homme dévoué n'en continua pas moins à observer, dans la mesure du temps que lui laissaient les occupations de son magasin d'horlogerie et les faibles ressources dont disposait l'Observatoire. Néanmoins, l'initiative prise par l'Université de Cambridge, la plus ancienne institution scientifique de l'Amérique, eut des résultats considérables, grâce au prestige qui l'entourait. La nécessité et l'utilité d'un Observatoire permanent furent ainsi démontrées aux plus incrédules, et ce fut certainement l'une des causes déterminantes de la fondation de l'Observatoire national de Washington.

II.

CRÉATION DE L'OBSERVATOIRE ACTUEL.

Cependant l'installation de Dana-House n'était évidemment que provisoire, et il devint bientôt clair pour tous que jamais on ne pourrait y établir un grand Observatoire, digne de la Science elle-même et du rôle considérable que remplissait en Amérique l'Université de Cambridge. Le président de l'Université, Quincy Adams, continua donc ses efforts; sur son initiative, la Corporation de l'Université nomma, le 4 septembre 1841, un comité chargé de choisir et d'acheter un terrain con-

---

se réunirent pour faire, de jour et de nuit, à des intervalles d'une demi-heure, les observations magnétiques et météorologiques; leur association prit le titre de *Meteorological Society of Harvard University*.

venable pour le but que l'on se proposait; parmi les collines qui entourent la plaine où le collége se trouve situé, l'une d'elles, *Summer House Hill*, parut la plus avantageuse et l'on acheta un vaste terrain à son sommet pour le prix de 4100 dollars (20500 francs).

L'année suivante, le professeur Peirce, qui venait d'être nommé professeur d'Astronomie (*Perkins professor of Astronomy*), rappela à la Corporation la nécessité d'avoir une grande lunette montée équatorialement; il ajoutait d'ailleurs qu'un certain nombre d'habitants de Boston s'étaient engagés à fournir dans ce but la somme de 3500 dollars (17500 francs). Ce projet fut pris en considération, et un agent fut accrédité en Europe pour établir d'une manière définitive le prix d'un pareil instrument.

Les choses en étaient là lorsque, au commencement du mois de mars 1843, apparut soudainement au-dessus de l'horizon une comète splendide, remarquable entre toutes par l'éclat de sa tête et surtout par la longueur et l'uniformité de largeur de sa queue. Aussitôt, de Boston et des différents points du Massachussets, affluèrent à l'Université de nombreuses demandes sur le caractère et le mouvement de ce magnifique météore, d'autant plus que la comète, étant tout près du Soleil, ne pouvait être aperçue que pendant un temps très-court, après le coucher de l'astre radieux : les observateurs de l'Université ne purent que constater leur manque absolu des ressources permettant de répondre à de pareilles questions (¹); il n'y

(¹) Comme nous l'avons dit plus haut, cette comète a été aperçue en plein jour, le 28 février, à Parme, Bologne, Mexico et Portland (Amérique du Nord, par le capitaine Clarke).

avait, à l'Observatoire, ni un instrument parallactique ni un micromètre, même de la qualité la plus inférieure.

Le gouvernement de l'État de Massachussets mit bien à leur disposition un instrument de hauteur et d'azimut, qu'ils installèrent sous la coupole ménagée au sommet du bâtiment; mais, si cet instrument leur permit de regarder l'astre plus commodément, son défaut absolu de stabilité empêchait toute mesure précise. Pendant ce temps, au contraire, l'Observatoire de West-Point (État de New-York) publiait des observations nombreuses et exactes de la comète.

Dès lors, les dernières mesures prises par la Corporation de l'Université parurent même insuffisantes à bon nombre d'habitants de Boston; et, le 29 mars 1843, David Sears offrait à la Corporation 5500 dollars (27 500 francs) pour la construction d'une tour d'observation, en y mettant cette seule condition qu'elle réunirait dans un temps raisonnable les sommes nécessaires pour y installer un instrument convenable. Peirce et Bond, consultés, estimèrent à 20 000 dollars (100 000 francs) la somme indispensable à l'exécution de la condition posée par David Sears. Une souscription fut alors ouverte : l'Académie américaine des Sciences et des Arts s'inscrivit pour 3000 dollars (15 000 francs), la Société pour la diffusion des connaissances utiles (*the Society for diffusion of useful knowledge*) pour 1000 dollars (5 000 francs), sept Compagnies d'Assurances (si nombreuses aux États-Unis) fournirent ensemble 2350 dollars (11 750 francs), enfin 80 habitants de Boston et des environs prirent part à la souscription, qui réunit rapidement la somme totale de 25 730 dollars, ou *cent vingt-huit mille six cent cin-*

quante francs. La Corporation de l'Université s'adressa alors à Merz et Mahler de Munich, qui s'engagèrent à faire deux objectifs de 15 pouces ($0^m,38$) de diamètre, entre lesquels choisiraient les agents de l'Université; en

Fig. 4.



Observatoire de Cambridge.

même temps, on commença sur le Summer House Hill la construction du nouvel Observatoire.

Terminé à la fin de 1844, il se compose (*fig*. 4) d'une tour massive centrale à un seul étage, dite *Sears Tower*, du nom de ce généreux ami de la Science, surmontée par un dôme de 36 pieds ($10^m,90$) de diamètre, destiné à abriter

le grand équatorial et flanqué de deux ailes symétriques, le tout formant de l'est à l'ouest une longueur totale de 170 pieds ($51^m,8$). De chaque côté de la tour centrale sont les salles destinées aux instruments méridiens, et chaque aile se termine par un grand pavillon dont l'un, situé à l'est, forme le logement du directeur, tandis que l'autre sert à la bibliothèque et au bureau des calculs et supporte un dôme destiné à abriter un petit équatorial. Au nord-est, à 10 mètres environ du bâtiment, se trouve l'Observatoire magnétique.

L'objectif qu'avaient choisi Cranch et Simms de Londres, les deux agents de la Corporation de l'Université, arriva à Cambridge le 4 décembre 1846 et sa monture le 11 juin 1847. Le 24 du même mois, il était installé et mis en place : c'est un magnifique instrument, qui n'avait alors d'autre rival que le grand équatorial de l'Observatoire de Poulkova. Son objectif a 15 pouces ($0^m,38$) d'ouverture libre et 22 pieds ($6^m,70$) de foyer. Son cercle horaire de 8 pouces ($0^m,20$) de diamètre est muni de deux verniers et donne la seconde de temps; le cercle de déclinaison a 26 pouces ($0^m,66$) de diamètre, ses verniers donnent les 4 secondes d'arc. Le tube de la lunette est formé de bois léger et de papier, serrés par des colliers de fer et recouverts d'un placage d'acajou; un pareil tube fléchirait, certainement, sous le poids de l'objectif ($20^{kg},6$) qu'il porte à l'une de ses extrémités, à $4^m,11$ de l'axe polaire; pour diminuer autant que possible l'effet de ce défaut de construction, on a cherché à faire de l'autre côté de l'axe polaire contre-poids à l'objectif sur l'axe lui-même. Pour cela, on a complété le tube par deux fortes tiges de fer, fixées d'une part à un collier prenant celui-ci

près de l'objectif, de l'autre à deux pinces, situées sur le prolongement de l'axe horaire ([1]), et portant près de l'oculaire, comme contre-poids, deux boules métalliques de dimensions convenables.

Quant aux qualités optiques de l'objectif, elles parurent alors merveilleuses; vue dans cet instrument ([2]), dit Bond dans ses lettres, la partie de la nébuleuse d'Orion « voisine de l'étoile θ du Trapèze se résout immédiatement avec un grossissement de 200 fois en une multitude de points lumineux, brillants; avec un grossissement de 600 fois, les deux petites étoiles, ajoutées par Struve et Herschel au trapèze formé par l'étoile θ, se séparent très-aisément (il faut remarquer que la plus faible a été découverte par Herschel avec un objectif de 12 pouces), et un certain nombre d'étoiles, formant la nébuleuse, paraissent double. Cet objectif fait voir entièrement rondes, et présentant entre elles un intervalle nettement défini, les composantes de l'étoile double ε de la Couronne; celles de l'étoile double γ de la Couronne, que W. Struve, avec le grand réfracteur de Poulkova, avait signalées comme excessivement difficiles à distinguer l'une de l'autre ([3]); de même pour les composantes de la petite étoile jaunâtre du groupe de γ^2 d'Andromède; avec un grossissement de 700 fois, on voit fort aisément le compagnon d'Antarès,

---

([1]) La disposition que nous décrivons ici est celle qui avait été adoptée pour l'équatorial de Cincinnati (*fig.* 2).

([2]) *Letters adressed to President Everett by W. Bond* (*Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College*, t. I, première Partie : Appendice, p. 116 et suiv.).

([3]) Le capitaine Smyth, dans son *Cycle*, regarde ce système binaire comme le « *Proeses of Struve's vicinissimæ* ».

étoile de 9e grandeur environ, que Mitchell avait découverte avec l'équatorial de Cincinnati (1) ».

La publication de ces résultats fut, pour les souscripteurs de cette belle entreprise, une récompense justement méritée; d'autant plus qu'ils ne s'étaient, au moment de la souscription, réservé aucun droit de visite à l'Observatoire et avaient laissé à la Science seule la possession complète du grand instrument dont ils dotaient l'Université. L'habileté de Bond leur réservait de bien plus grandes satisfactions.

Avant la réception de ce puissant appareil, on avait installé, sur l'aile occidentale de l'Observatoire, un équatorial monté par Simms avec un objectif de Munich ayant 4,25 pouces ($0^m,11$) d'ouverture et 5 pieds ($1^m,52$) de foyer, qui fut surtout employé à l'observation des taches solaires, des éclipses et des occultations.

Dans la salle méridienne de la même aile, on avait placé l'instrument des passages de Bond, dont, vers 1850, on modifia le micromètre de façon à le faire servir à la méthode électrique d'observation. Le nouveau réticule portait cinq groupes de cinq fils verticaux très-voisins et deux fils extérieurs. Cet instrument ainsi modifié fut employé surtout pour les opérations de longitude, faites en commun avec le *Coast Survey* et nécessitées par ce fait que, sur le rapport de Sears Walker, le méridien de

(1) Les distances des deux composantes de γ de la Couronne et de la petite étoile verdâtre de γ d'Andromède sont moindres qu'une demi-seconde. Il paraît donc que MM. Merz et Mahler sont parvenus à donner à cet instrument son pouvoir optique théorique, qui, d'après la loi de Dawes et Foucault, est de $0'',3$.

Cambridge avait été adopté comme méridien fondamental des États de l'Union.

Mais, quelque excellent que fût cet appareil, il ne suffisait pas pour remplir le but que la Société royale de Londres avait proposé, vers la même époque, aux Sociétés savantes d'Europe et d'Amérique. Aussi, dès 1844, l'Université de Cambridge avait-elle commandé à Troughton et Simms un cercle méridien de grande dimension. Cet instrument, le second outil principal de l'Observatoire, fut monté en 1848 et rendit, pendant de longues années, les services les plus éminents. Il fut construit sur le modèle de celui qu'Edward Troughton destinait à l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg, et que les événements de la guerre de 1812 firent acheter par Groombridge pour son Observatoire de Black Heath. Sa lunette, dont l'objectif a 4,25 pouces ($0^m,11$) d'ouverture et 5 pieds ($1^m,52$) de foyer, a son tube presque tangent aux deux cercles verticaux qui servent à la lecture des déclinaisons; l'axe de rotation est d'ailleurs très-court et n'a que 2 pieds ($0^m,61$) de longueur. Au réticule sont adaptées deux vis micrométriques, l'une en ascension droite, l'autre en déclinaison, et l'appareil d'éclairage est disposé de manière à pouvoir faire paraître les fils obscurs sur champ brillant, ou, à volonté, les fils brillants sur champ obscur. C'était, à l'époque, l'un des plus beaux instruments méridiens qui existât.

De plus, J.-I. Bowditch et Adams avaient, en 1847, donné à l'Observatoire deux chercheurs de comètes de dimensions à peu près égales et d'environ 4 pouces ($0^m,09$) d'ouverture.

Tel était, à la fin de 1848, l'outillage vraiment très-

remarquable de l'Observatoire de Cambridge. Mais, depuis l'installation du grand équatorial, W. Bond avait dû consacrer tout son temps aux observations qui lui étaient demandées par l'Université. Or, à cette époque, la Corporation, qui n'avait reçu que 25730 dollars, en avait dépensé ou s'était engagée pour plus de 75000 dollars (375000 francs); il était donc bien difficile de lui demander de nouveaux sacrifices. D'autre part, il était impossible de continuer à recourir, sans les rémunérer, aux services de Bond, ainsi qu'à ceux de l'assistant qui lui était indispensable. Une modification en ce sens était donc nécessaire; le traitement du directeur fut évalué à 1800 dollars (9000 francs), celui de son assistant à 600 dollars (3000 francs), de sorte qu'il fallait les revenus d'un capital de 50000 dollars (250000 francs) pour assurer le service à l'avenir. On eut recours à une nouvelle souscription; mais l'enthousiasme était un peu refroidi, la somme à obtenir considérable, et l'on ne put réunir que 5170 dollars (25850 francs). L'année suivante, David Sears fit bien une nouvelle donation de 5000 dollars (25 000 francs); néanmoins l'avenir de l'Observatoire était encore loin d'être assuré, quand, en 1848, la Corporation de l'Université reçut en héritage d'Edward Phillips, ami d'enfance de W. Bond et ancien élève de l'Université, la somme de 100000 dollars (500000 francs) et, plus tard (1855), de Josiah Quincy la somme de 10000 dollars (50000 francs), à la condition qu'elles seraient uniquement employées au traitement des observateurs et aux frais de publication de leurs observations. Ajoutons qu'en 1849 la législature de Massachussets vota un subside annuel de 500 dollars (2500 francs), et qu'en 1851 une

souscription publique, la dernière à notre connaissance, réunit 4575 dollars (22875 francs), destinés à terminer la construction de quelques bâtiments laissés alors inachevés.

Ces ressources considérables, mises par les habitants du Massachussets à la disposition de l'Université de Cambridge, produisirent d'ailleurs d'immenses résultats, que nous allons maintenant analyser : nous les classerons d'après les instruments à l'aide desquels ils ont été obtenus.

III.

WILLIAM CRANCH BOND.

Dans la première période d'existence de l'Observatoire, le cercle méridien fut surtout employé à en déterminer la position géographique et à donner l'heure. Ainsi, en 1847, on avait réduit et publié les observations de 538 culminations lunaires et d'une série très-nombreuse d'étoiles de latitude. A partir de 1847 et jusqu'au moment où il fut remplacé par un nouvel instrument, ce cercle méridien ne servit plus qu'à donner la correction de la pendule étalon de l'Observatoire.

Dès 1844, on avait installé dans le premier vertical l'instrument des passages de Bond, avec lequel on fit de temps à autre, notamment en 1845 et 1848, d'assez nombreuses observations d'étoiles dans le premier vertical, afin d'obtenir la latitude de l'Observatoire.

L'équatorial de 5 pieds, installé dans la tour de l'ouest, fut destiné à l'observation des planètes grandes et petites,

des comètes et des phénomènes accidentels, éclipses et occultations, phénomènes des satellites de Jupiter. Il avait pour auxiliaires les chercheurs de comètes que l'Observatoire possédait, et servait, de son côté, d'aide et de guide au grand réfracteur. L'Observatoire de Harvard College ne tarda point d'ailleurs à acquérir, dans ce genre de travaux, une réputation méritée. Ainsi, en 1848, sept comètes avaient été découvertes par G.-P. Bond, fils et assistant du directeur de l'Observatoire; malheureusement, on le sut plus tard, des astronomes d'Europe les avaient trouvées quelques jours avant lui, de sorte que son nom ne resta à aucune d'entre elles : ce sont les comètes III, 1845, Colla; I, 1846, Vico; IV, 1846, Vico; V, 1846, Vico; VII, 1846, Brorsen; I, 1847, Hind; III, 1847, Mauvais [1].

Mais cet insuccès ne le découragea point; il continua à observer à Cambridge toutes les comètes qui paraissaient au-dessus de l'horizon. Enfin Bond fut assez heureux pour attacher son nom à l'une d'elles, la comète (II, 1850), qu'il découvrit le 29 août. En juillet 1850, C.-W. Tuttle, qui devait plus tard devenir si célèbre comme chercheur de comètes, entrait à l'Observatoire et était chargé, concurremment avec G.-P. Bond, de l'équatorial de 5 pieds. Le 6 mars 1853, il découvrait à son tour, en même temps que le P. Secchi à Rome, un de ces astres errants. Forcé de quitter momentanément l'Observatoire (1854) à cause de l'affaiblissement de sa vue, il

---

[1] A la même époque, deux autres comètes furent découvertes en Amérique : l'une (VI, 1847) par miss Maria Mitchel, à Nantucket; l'autre par M. Hamilton Smyth, de Cleveland (Ohio).

ne reprit ses travaux qu'en 1857; mais, à partir de ce moment, les découvertes se succèdent avec rapidité; il trouve successivement les comètes : I, 1858, 4 janvier; III, 1858, 2 mai; VIII, 1858, 5 septembre; III, 1861, 28 décembre; III, 1862, 18 juillet. Quelques jours auparavant, le 3 juillet, T.-H. Safford, second assistant de l'Observatoire, trouvait la fameuse comète (II, 1862) qui fut découverte la veille, à la fois par Schmidt à Athènes et Tempel à Marseille, et qui fut vue le 3 juillet par Safford à Cambridge et Simms à l'Observatoire Dudley. Ajoutons, enfin, que cet équatorial servit aussi à une série de nombreuses études des taches solaires.

Cependant les travaux qui portèrent le plus haut la réputation de l'Observatoire de Cambridge furent faits avec le grand équatorial de Merz et Mahler. Ils sont très-nombreux, et furent presque toujours le fruit de la collaboration constante de W. Bond et de son fils G.-P. Bond; nous en citerons quelques-uns : une belle série d'observations du satellite de Neptune (¹) ainsi que de la planète Mars, lors de son opposition de 1849 (²); une étude complète de l'amas d'Hercule; la formation d'un catalogue d'étoiles doubles; un examen attentif de la nébuleuse d'Andromède (n° 31 du Catalogue de Messier), l'une des plus belles du Ciel, dont Bond estime l'étendue à 4 degrés en longueur et 2° 30′ en largeur, mais que son objectif n'a pu résoudre, quoiqu'il lui ait montré à travers elle une couche excessivement riche

(¹) *Astronomische Nachrichten*, t. XXV et XXVI.

(²) *Solar parallax deduced from right ascension observations on Mars east and west of meridien near the opposition of* 1849-1850 (*Gould Astronomical Journal*, t. V, 1858).

contenant au moins 1500 étoiles [1]; une étude très-complète de l'entourage de Procyon faite, mais vainement, dans le but de trouver son compagnon; une série d'essais de daguerréotypie stellaire, qui ne conduisirent point à des résultats importants [2] et qu'on dut bientôt cesser à cause de l'imperfection du mouvement d'horlogerie; et surtout, car ce sont les travaux principaux, les additions faites au monde de Saturne, les zones de Harvard College, et l'étude de la nébuleuse d'Orion et de la grande comète de 1858.

IV.

LE MONDE DE SATURNE.

L'attention de Bond fut attirée sur le monde de Saturne par le phénomène qu'il présentait en 1848; d'après le *Nautical Almanac,* à la fin d'avril 1848, la Terre passait de la face nord, alors éclairée, à la face sud, alors obscure de l'anneau; mais aussi, à partir de là, la hauteur du Soleil, alors élevé de 2 degrés au-dessus de la face éclairée, diminuait graduellement, si bien qu'au commencement de septembre, la Terre n'étant d'ailleurs que fort peu élevée au-dessus du plan de la face sud, celle-ci devait commencer à paraître illuminée; dès lors le Soleil et la

---

[1] *An account on the nebula in Andromeda* (*American Academy Memoirs*, t. III, 1848.)

[2] Cependant, en juillet 1851, on montrait, à la réunion de l'Association Britannique tenue à Ipswich, une épreuve daguerréotypique de la Lune, obtenue par Bond et Whipple. Ils eurent aussi les images d'Arcturus, de Castor, de Véga et de Mizar, et reconnurent que le pouvoir photogénique de Véga est sept fois plus grand que celui d'Arcturus.

Terre devaient rester neuf à dix jours du même côté (la face sud éclairée) de l'anneau; à ce moment, c'est-à-dire au milieu de septembre, la Terre devait traverser encore le plan de l'anneau pour aller se placer du côté de la face nord, alors non éclairée; et, enfin, vers le milieu de janvier 1849, notre planète traversait encore une fois le plan de l'anneau pour venir se placer du côté de la face sud, celle qui était alors éclairée. Il devait en résulter une première disparition de l'anneau, vers le mois d'avril, sa réapparition au commencement de septembre, sa disparition nouvelle neuf jours après, et, enfin, sa réapparition définitive trois ou quatre mois plus tard.

Des circonstances semblables ne se présentent qu'environ tous les quinze ans, à chaque demi-révolution de Saturne; à chacune de ces périodes, l'observateur voit pendant plusieurs mois l'anneau de la planète réduit presque à une simple ligne, sur le prolongement de laquelle sont situés six de ses satellites, l'autre en étant d'ailleurs peu éloigné; de plus la surface presque tout entière de Saturne est alors visible; enfin cinq des sept satellites, alors connus, ont été découverts lors de périodes analogues ([1]). Il y avait donc là pour l'observateur une

([1]) Le tableau suivant donne les durées de révolution de ces satellites, la date de leur découverte et leur éclat relatif estimé par rapport aux étoiles :

	gr	j h m s		
Mimas...	18	0.22.37.27,9	W. Herschel.	17 sept. 1789.
Encelade..	16	1. 8.53. 6,7	W. Herschel.	18 juill. 1789.
Thétis....	15	1.21.18.25,7	D. Cassini.	mars 1684.
Dioné.. ..	13	2.17.41. 8,9	D. Cassini.	21 mars 1684.
Rhéa... ..	13	4.12.25.10,8.	D. Cassini.	23 déc. 1672.
Titan.....	8	15.22.41.25,2	Huyghens.	25 mars 1655.
Japhet ...	11	79. 7.54.40,4	D. Cassini.	30 oct. 1671.

occasion remarquable; Bond résolut d'en profiter. A l'origine, il se proposait surtout de déterminer exactement les époques de ces disparitions et réapparitions, et de chercher, dans les circonstances qui les accompagneraient, des preuves de l'existence d'une atmosphère autour de la planète Saturne; mais les résultats auxquels le conduisit son génie d'observation sont bien autrement importants que ceux qu'il avait en vue d'obtenir.

Lors de la première disparition d'avril, la position de la planète était telle que son observation n'était pas possible; les observations ne purent commencer, avec avantage, que le 25 juin et ne subirent ensuite presque aucune interruption. Le 10 juillet, on commença les mesures micrométriques des étoiles voisines du plan de l'anneau; le 29 août, on reconnut cinq des satellites de la planète, Titan, Japhet, Rhéa, Dioné et Thétis dont on mesura les éclats relatifs ([1]); du 31 août au 3 septembre, eurent lieu la première réapparition de l'anneau et sa seconde disparition du 12 au 13 septembre; le 15, on vit, sur la même ligne que les cinq satellites précédents, une toute petite étoile, que l'on revit le 16 à peu près à la même situation relative que la veille et dont on prit la position exacte, quoique cette circonstance fût alors regardée comme purement accidentelle, la distance de cette étoile à Saturne montrant que ce ne pouvait être ni Mimas, ni Encelade; le 18 (la nuit du 17 ne fut pas favorable aux observations) on revit le même objet à côté de la planète, et l'on mesura exactement sa position;

---

(1) L'éclat de Thétis étant 1, W. Bond trouve pour ceux des 4 autres : 7 pour Titan, $3\frac{1}{2}$ pour Japhet, 2 pour Rhéa et Dioné.

le 19, cette étoile avait encore suivi la planète; son véritable caractère devenait alors évident : c'était un nouveau satellite. On fit alors avec le plus grand soin une carte de la portion du ciel que la planète allait atteindre, et, dans les nuits suivantes, on continua à mesurer exactement la position de ce nouveau corps, « la première addition au système solaire qui ait été faite par un astronome américain ». W. Bond appela ce satellite *Hyperion;* il brille comme une étoile de 17e à 18e grandeur et accomplit sa révolution en $21^{j}\ 7^{h} 7^{m} 40^{s},8$ (1).

Encouragés par cette belle découverte, MM. Bond continuèrent leurs observations de la planète Saturne et en mesurèrent aussi souvent que possible les diamètres équatoriaux et polaires, afin d'obtenir ainsi des données précieuses pour la détermination de sa forme véritable. Mais

---

(1) On sait que, en Angleterre, M. Lassell étudiait aussi cette phase curieuse de Saturne, avec son télescope de 2 pieds. Le 18 septembre, il remarqua, à une distance de la planète que Japhet pouvait seul atteindre, deux petits astres qu'il supposa être l'un Japhet et l'autre une étoile; mais, le lendemain 19, il fut surpris de voir ces deux mêmes étoiles sur la ligne formée par l'ensemble des satellites; et des mesures micrométriques, faites pendant le courant de la nuit entre ces deux astres et une étoile voisine, lui prouvèrent que tous deux étaient des satellites de Saturne, et que, par conséquent, l'un d'eux était un satellite non encore aperçu.

C'est donc le même jour que Bond et Lassell ont pu affirmer l'existence de ce huitième satellite; et la gloire de sa découverte doit leur être commune. D'ailleurs, la grande brèche qui, dans la liste des satellites de Saturne, reste béante entre Hypérion et Japhet rend vraisemblable l'idée que cette planète possède en outre un certain nombre de satellites encore inconnus aujourd'hui.

bientôt la face sud de l'anneau de la planète réapparut dé-

Fig. 5.



Anneaux de Saturne, observés par W. Bond.

finitivement, pour augmenter de largeur apparente jusqu'à ce que son plan fît un angle de 90 degrés avec celui du plan

de vision. MM. Bond en suivirent les variations avec le plus grand soin et, le 10 octobre 1850, jour où la définition des astres était très-bonne, ils remarquèrent, entre la planète et l'anneau intérieur, une partie un peu plus éclairée que le fond du ciel et se projetant aussi en une bande relativement obscure sur le corps de la planète (1), qui leur parut indiquer l'existence d'une nouvelle division de l'anneau, analogue à celle que D. Cassini avait constatée en 1675. Les jours suivants, mais surtout le 15 novembre, jour où la définition de l'anneau était la meilleure qu'ils eussent jamais eue, MM. Bond vérifièrent complétement leur première assertion et dès lors affirmèrent l'existence d'un troisième anneau dont, disent-ils, « la lumière présente beaucoup d'analogie avec celle de la *lumière cendrée* », et dont ils ne purent alors déterminer nettement les limites du côté le plus éloigné de la planète (2) (*fig.* 5). La planète Saturne occupa pendant

(1) On voyait en même temps, au-dessous de l'anneau, l'ombre qu'il portait sur la planète.

(2) Quelques jours plus tard, le 29 novembre, et bien avant que la nouvelle de la découverte de Bond fût parvenue en Europe, W.-R. Dawes constatait l'existence de ce troisième anneau à Waternighbury, avec son équatorial de Merz de 6 pouces d'ouverture.

Il faut d'ailleurs remarquer que l'existence de ce troisième anneau avait déjà été signalée une première fois à Rome, en 1828, où il avait été vu en essayant une lunette de Cauchois de 6,5 pouces d'ouverture, et dix ans plus tard, en 1838, par Galle, de Berlin, avec un équatorial de 9 pouces d'ouverture (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin* pour 1838). Ces observations n'ont point attiré l'attention à l'époque où elles ont été faites et elles étaient complétement oubliées.

Nous ajouterons enfin qu'aujourd'hui un observateur exercé aperçoit aisément ce troisième anneau avec une bonne lunette de 4 pouces d'ouverture.

longtemps encore, jusqu'au milieu de 1857, les astronomes de Cambridge : Tuttle et Sydney Coolidge l'observèrent concurremment avec les deux Bond, et leurs observations conduisirent à de nouveaux résultats qui ont aussi leur importance, parmi lesquels nous signalerons l'existence, dans chacun des anneaux, d'un grand nombre de divisions analogues à celles qu'Encke avait reconnues à Berlin dans le courant de l'année 1837.

V.

GEORGES-PHILIPPE BOND. — LA NÉBULEUSE D'ORION.

D'ailleurs cette belle étude ne prenait pas tous les loisirs, et de 1852 à 1855 le grand équatorial fut employé aussi à faire le Catalogue de toutes les étoiles, jusqu'à la 13e grandeur, comprises entre l'équateur et le parallèle de 0°40' de déclinaison nord. L'instrument étant fixé dans une position déterminée, l'observateur enregistrait électriquement les passages de chaque étoile à trois traits verticaux du micromètre; celui-ci, en effet, n'était point un micromètre à fils, mais une plaque mince de mica placée dans le plan focal, et sur laquelle étaient tracés trois traits verticaux équidistants, ainsi qu'une échelle perpendiculaire portant soixante-huit divisions valant à très-peu près les [illegible] secondes et chiffrées de minute en minute. Pour avoir la déclinaison d'une étoile, l'observateur n'avait donc qu'à lire la position qu'elle occupait sur l'échelle au moment de son passage. D'un autre côté, on avait formé un catalogue de toutes les étoiles (1629) renfermées entre + 0° et + 1°, dont les positions étaient

longtemps encore, jusqu'au milieu de 1857, les astronomes de Cambridge : Tuttle et Sydney Coolidge l'observèrent concurremment avec les deux Bond, et leurs observations conduisirent à de nouveaux résultats qui ont aussi leur importance, parmi lesquels nous signalerons l'existence, dans chacun des anneaux, d'un grand nombre de divisions analogues à celles qu'Encke avait reconnues à Berlin dans le courant de l'année 1837.

V.

GEORGES-PHILIPPS BOND. — LA NÉBULEUSE D'ORION.

D'ailleurs cette belle étude ne prenait pas tous leurs loisirs, et de 1852 à 1855 le grand équatorial fut employé aussi à faire le Catalogue de toutes les étoiles, jusqu'à la 13e grandeur, comprises entre l'équateur et le parallèle de 0°40′ de déclinaison nord. L'instrument étant fixé dans une position déterminée, l'observateur enregistrait électriquement les passages de chaque étoile à trois traits verticaux du micromètre; celui-ci, en effet, n'était point un micromètre à fils, mais une plaque mince de mica placée dans le plan focal, et sur laquelle étaient tracés trois traits verticaux équidistants, ainsi qu'une échelle perpendiculaire portant soixante-huit divisions valant à très-peu près les 10 secondes et chiffrée de minute en minute. Pour avoir la déclinaison d'une étoile, l'observateur n'avait donc qu'à lire la position qu'elle occupait sur l'échelle au moment de son passage. D'un autre côté, on avait formé un catalogue de toutes les étoiles (1629) renfermées entre + 0° et + 1°, dont les positions étaient

données dans les principaux catalogues connus ([1]) et obtenu ainsi un nombre considérable de repères, auxquels on rapportait les positions de toutes les étoiles qui n'y étaient point indiquées. W.-C. Bond, G.-P. Bond et W. Tuttle obtinrent ainsi les positions d'environ 10 000 étoiles (9984) de cette portion si importante du ciel.

De l'année 1855 à 1865, époque de sa mort, et sauf deux interruptions causées, l'une par l'apparition de la comète de Donati (V, 1858) qu'il suivit aussi longtemps qu'elle fut visible, et dont il dessina avec le plus grand soin les différentes apparences (*fig.* 6 et 7), l'autre par la mort de son père en 1859, G.-P. Bond se consacra entièrement à l'étude systématique de la grande nébuleuse d'Orion, étude qui est bien certainement le plus important de tous ses travaux astronomiques.

Au mois de mars 1846, après un long examen de cette nébuleuse fait avec son télescope géant le *Léviathan*, lord Rosse, le célèbre astronome de Parsonstown ([2]), annonçait à la Société royale astronomique de Londres qu'il n'y avait aucun doute pour lui au sujet de sa résolubilité. Quand le grand équatorial fut monté, W. Bond ne tarda point à le diriger vers cette merveille du ciel (22 septembre 1847) et, dit-il, « la partie de la nébuleuse voisine de l'étoile θ se résolut immédiatement, avec un grossissement de 200, en une multitude de points lumineux brillants ». Enthousiasmé par ce résultat, il entre-

---

([1]) Catalogue d'Airy (twelve years), zones de Bessel, Catalogues de Lalande, Rümker, Santini, Struve, Taylor et Weisse.

([2]) *Voir l'Astronomie pratique et les Observatoires en Europe et en Amérique*. IIe Partie, p. 42 et suivantes.

prit la mesure des positions relatives des étoiles qu'il avait aperçues; mais l'état de sa santé le força bientôt d'interrompre ses mesures. C'est ce travail que G.-P. Bond reprit et termina.

D'après cet astronome, la nébuleuse d'Orion se compose de trois nébuleuses séparées (p. 56), autrefois parties

Fig. 6.

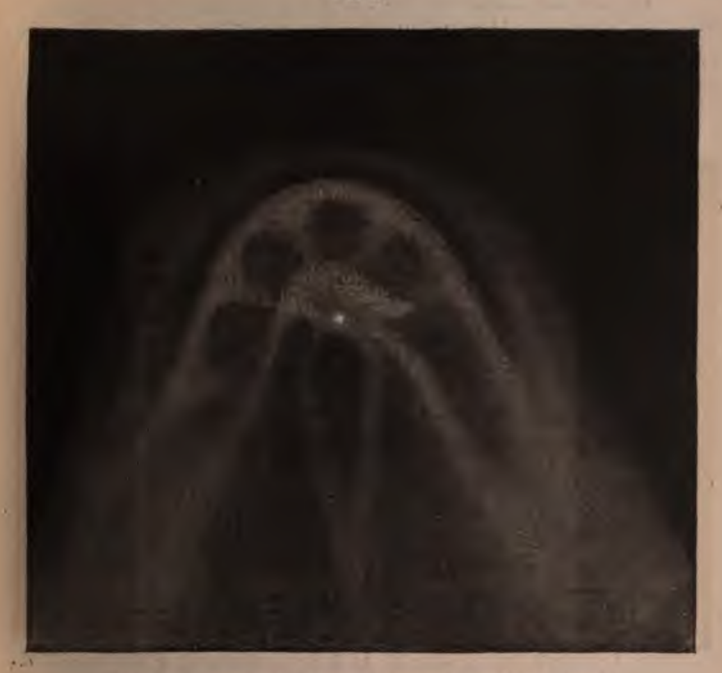


Comète de Donati, dessinée par G.-P. Bond.

d'un même tout, à peu près en ligne droite, dépendant encore aujourd'hui l'une de l'autre et ayant pour centres les étoiles θ, *i* et *c* d'Orion. Autour et au milieu de chacune de ces nébuleuses, P. Bond put reconnaître l'existence de 1101 étoiles et en mesurer les positions relatives (il employait un micromètre quadrillé que le

mouvement d'horlogerie rendait fixe par rapport aux étoiles). Pour lui, la nébuleuse s'étend dans l'espace formé par $2^{m}\,15^{s}$ d'ascension droite et $1^{\circ}30'$ de déclinaison de

Fig. 7.



Tête de la comète de Donati, dessinée par G.-P. Bond.

part et d'autre de l'étoile principale θ, c'est-à-dire sur une superficie de $3^{\circ},36$ carrés, étendue apparente à peu près égale à celle de la pleine Lune; la partie la plus brillante, celle qui environne θ, paraît être com-

posée de trois ou quatre taches condensées forman comme une espèce de bourrelet lumineux, d'éclat constamment variable, qui s'étend de l'origine près du trapèze jusqu'à la *région Gentiliana* ([1]) et qui flamboie comme une flamme mobile. Enfin la nébuleuse se prolonge en une vingtaine de filaments spiraux, floconneux, qui divergent de part et d'autre de θ en formant un immense éventail à branches courbes, et tournent leur convexité vers la ligne des étoiles θ, *i* et *c*.

L'étude de la nébuleuse d'Orion fut le dernier travail de G.-P. Bond, que la mort enleva à la science astronomique au mois de février 1865. Il fut remplacé par Joseph Winlock (1866).

VI.

JOSEPH WINLOCK. — LE NOUVEAU CERCLE MÉRIDIEN.

Le premier soin du nouveau directeur fut de terminer la réduction et la publication des observations de la seconde partie de la zone équatoriale (0°20′ à 0°40′) de W.-C. Bond et de renouveler le matériel un peu vieilli de l'Observatoire, afin de pouvoir faire participer ensuite cet établissement aux travaux d'Astronomie de précision, entrepris alors un peu partout en Europe ([2]).

L'ancien équatorial de la tour de l'Ouest a été rem-

([1]) Herschel a donné des noms aux différentes parties de cette immense nébuleuse (*Memoirs of the astronomical Society*, t. II).

([2]) A la fin de 1867, M. Winlock fit un long séjour en Europe, afin de se mettre au courant des progrès accomplis dans l'ancien continent pendant les trente dernières années.

placé en 1870 par un autre, dont l'objectif a 5 pieds et 1 pouce ($1^{m},55$) de foyer et possède des qualités optiques de premier ordre. Cet instrument est muni d'un spectroscope avec lequel on fait une étude suivie des protubérances solaires et d'un astrophotomètre de Zöllner, qui sert à M. C.-S. Peirce à déterminer les grandeurs relatives des étoiles de l'*Uranometria nova* de 40 à 50 degrés de déclinaison nord.

Le Soleil est d'ailleurs photographié régulièrement par un procédé dû à M. Winlock, adopté plus tard par la Commission américaine du passage de Vénus et qui consiste à renvoyer, à l'aide d'un miroir plan mobile en tous sens, les rayons solaires sur une lentille à long foyer (11 mètres), dont l'axe optique est horizontal.

Au mouvement d'horlogerie du grand équatorial, dont les Bond s'étaient plaints si souvent, on en substitua un autre fait par Alvan Clark qui, au dire des observateurs, « est le seul mouvement d'horlogerie connu marchant avec une telle régularité [1] ». Ce bel instrument est surtout employé aujourd'hui à obtenir des photographies de la Lune, de Jupiter, de Saturne, des étoiles et des nébuleuses. Presque toutes ces photographies servent de base à des dessins, lithographiés ensuite avec le plus grand soin et qui vulgarisent la connaissance des formes exactes des corps célestes [2].

---

(1) Cette appréciation nous paraît au moins exagérée. Pour ne parler que de la France, MM. Foucault, Y. Villarceau et Brunner ont donné de ce problème d'excellentes solutions.

(2) Les dépenses qu'occasionnent ces dessins sont couvertes au moyen d'un fonds spécial, obtenu en 1872 par voie de souscription publique.

Les anciens instruments méridiens ont été également remplacés. Au lieu de l'instrument des passages de Bond, on a installé une lunette brisée, que les astronomes de Cambridge appellent un « *Russian transit* », fait par le mécanicien de l'Observatoire de Poulkova sous la direction de M. O. Struve; une petite modification introduite par Winlock permet de la transformer à volonté en une lunette zénithale.

Le cercle méridien de Simms ne sert plus; on l'a laissé en place, surtout comme spécimen des constructions anglaises du commencement de ce siècle. Les observations se font aujourd'hui avec un cercle méridien, exécuté par Troughton sur les dessins de M. Winlock et qui a été installé en 1870 dans la salle méridienne de l'ouest; cet instrument, muni d'un objectif dû à Clark, de $8\frac{1}{4}$ pouces ($0^m,21$) d'ouverture et de 9 pieds 4 pouces ($2^m,84$) de distance focale, et de deux collimateurs de même ouverture et même foyer, s'écarte en beaucoup de ses parties du mode de construction généralement adopté en Europe : nous donnerons les différences les plus essentielles.

Dans tous les grands cercles méridiens construits jusqu'alors, les cercles divisés (ou le cercle divisé si l'instrument n'est pas retournable) ont l'une de leurs faces masquée, soit en totalité, soit en partie, par les piliers qui supportent les coussinets de l'axe de rotation; de la sorte, le rayonnement auquel est soumise cette portion du cercle est différent de celui des autres portions et il doit exister, entre les diverses parties de ce cercle divisé, des différences de température d'autant plus considérables qu'il est laissé sans défense contre les courants d'air et l'échauffement partiel que produit l'observateur au mo-

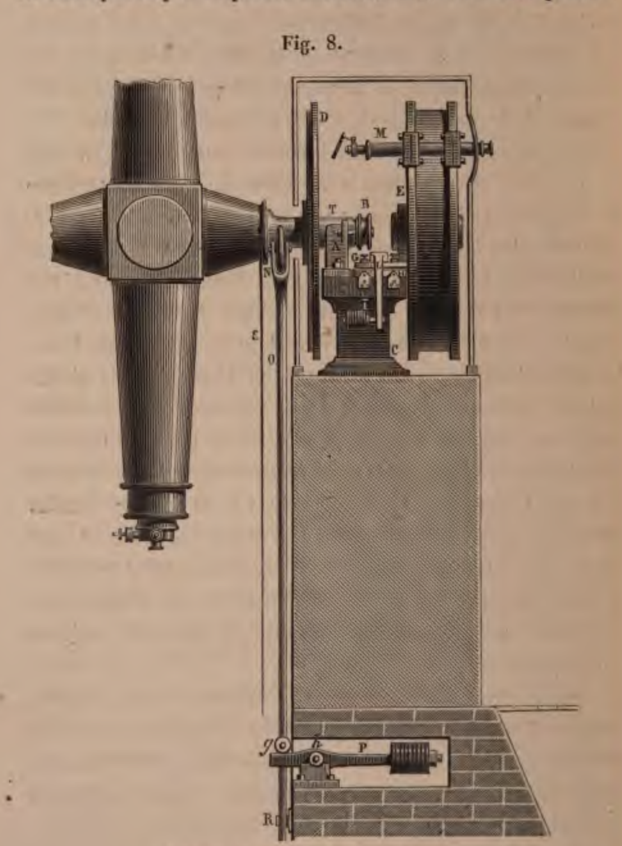
ment où il fait la lecture. De là des dilatations irrégulières et des distorsions inévitables, qui font varier les valeurs des divisions de la graduation. De plus, il faut, pour retourner l'instrument, le transporter hors de la région des piliers, d'où une cause de chocs presque inévitables.

Pour faire disparaître ces inconvénients dans la mesure du possible, M. Winlock a imaginé de faire porter l'axe de rotation de l'instrument par une colonne de fonte C (*fig.* 8) plus haute que le rayon des cercles divisés D (la hauteur totale de la colonne de fonte est de $0^m,61$ et le rayon des cercles, dont un seul est divisé, de $0^m,44$) et qui porte, au moyen d'un manchon épais de fonte E, les quatre microscopes M servant à la lecture de la déclinaison de l'astre observé. Le tout est, d'ailleurs, enfermé dans une cage de verre reposant sur le pilier et destinée à maintenir l'égalité de la température entre ces différentes pièces : le cercle porte-microscopes peut tourner autour de deux axes, l'un horizontal, l'autre vertical; et, par suite, son plan peut être rendu rigoureusement parallèle à celui du cercle divisé. L'expérience de ces dispositions n'a point encore assez duré pour qu'on puisse en assigner la valeur réelle.

Quant au calage, il se faisait à l'origine à l'aide de petits cercles à niveau portés par le tube de la lunette près de l'oculaire; mais, en 1870, cette disposition était déjà condamnée par la plupart des astronomes, comme nuisant à la rapidité des observations. Elle était surtout impropre à celles qu'adopta plus tard M. Winlock; aussi a-t-elle été bientôt abandonnée et le calage se fait-il maintenant au moyen d'une aiguille de bois S de 2 mètres de long, fixée à l'axe de rotation et mobile devant un grand cercle

en bois porté par la partie inférieure de l'un des piliers

Fig. 8.



Cercle méridien de Cambridge.

de l'instrument. En France, on cale d'ordinaire avec une petite lunette à long foyer, fixée à portée de l'observateur

et visant sur un cercle auxiliaire grossièrement gradué que porte l'axe de l'instrument.

Le mode d'observation a été déterminé par la raison suivante. Pendant son séjour en Europe, Winlock avait accepté de la *Société astronomique allemande* la mission d'observer les étoiles de la zone comprise entre + 50° et + 55° de déclinaison; dans un pareil travail, la rapidité de l'observation est l'un des buts les plus importants à atteindre. D'un autre côté, depuis longtemps à Cambridge, comme dans tous les autres Observatoires d'Amérique, les observations de temps se faisaient par la méthode électrique; Winlock procéda de même pour les déclinaisons. Le micromètre se compose d'une lame mince de verre, sur laquelle sont tracés au diamant trois groupes de traits doubles, dont les deux composants sont distants de $0^s,14$ et ont $0^s,06$ d'épaisseur. Au centre, sont neuf de ces couples séparés par un intervalle de $1^s,03$; de part et d'autre symétriquement, sont trois couples semblables à $4^s,12$ du groupe central et à $2^s,06$ l'un de l'autre; enfin un double trait, pareil au précédent, coupe l'ensemble de tous les autres sous une inclinaison telle que, ceux-ci étant verticaux, ce dernier couple fait avec l'horizon un angle de 5 degrés. Les couples verticaux servent à l'observation des ascensions droites : ceux du centre, pour les polaires et les étoiles horaires, les couples latéraux pour les étoiles de zone, l'heure du passage à chaque couple s'appréciant par l'instant où l'étoile est en son milieu. Le couple incliné est destiné à la mesure des différences de déclinaison, qui résultent immédiatement des différences de temps, ramenées à la même ascension droite, où les étoiles se trouvent entre les deux fils de ce couple. Cette

plaque de verre est mobile à l'aide d'une vis micrométrique dont la course est perpendiculaire à la direction des couples verticaux et qui permet de rendre l'erreur de collimation nulle au commencement de chaque série d'observations, c'est-à-dire d'amener sur l'axe optique de l'instrument le point où le couple de déclinaison coupe le couple central d'ascension droite.

D'ailleurs l'instrument est construit de telle sorte qu'on puisse mettre à volonté à la place l'un de l'autre l'objectif et l'oculaire afin d'éliminer les erreurs que la flexion du tube peut introduire dans les observations; de plus, il porte en lui-même le moyen d'étudier les inégalités des deux tourillons suivant un procédé dont M. Y. Villarceau a le premier fait usage à l'Observatoire de Paris [1]. Les deux tourillons de l'axe de rotation sont percés; l'un deux porte une lunette, munie d'un micromètre dont l'oculaire est à l'extérieur, et au delà de son objectif une lentille collimatrice au foyer de laquelle, dans le second tourillon, est fixée une plaque de nacre portant en son centre un petit cône métallique dont le sommet est percé d'un trou. Si derrière cette plaque on place une lampe allumée, on obtient dans la lunette de l'autre tourillon une image semblable à celle d'une étoile de 7e ou 8e grandeur qui se déplace lorsque l'instrument tourne autour de son axe si les tourillons ne sont point rigoureusement cylindriques et égaux et dont les déplacements, mesurés au micromètre, donnent alors la forme exacte des tourillons.

---

[1] *Voir* Brunnow, *Astronomie pratique*, par M. C. André, p. 26 et suivantes.

D'après Winlock, l'erreur probable d'une observation isolée faite avec cet instrument est de

$\pm$ $0^s,037$ séc δ en ascension droite,
$\pm$ $0'',75$ en déclinaison (¹).

La zone commencée le 20 novembre 1870 à l'Observatoire de Cambridge est d'ailleurs aujourd'hui presque entièrement terminée. Malheureusement Winlock, qui avait su si bien réorganiser le bel établissement astronomique de l'Université de Cambridge, en a dirigé fort peu de temps les travaux; il vient en effet de mourir le 11 juin 1874. Son successeur n'est point encore nommé.

(¹) Les observations ont été faites par MM. W.-A. Rogers, ancien assistant de l'Observatoire de Washington, et M. Aug. Connel. C'est aussi M. W.-A. Rogers qui a construit les micromètres du cercle méridien, à l'aide d'une petite machine électromagnétique à diviser de son invention.

CHAPITRE III.

OBSERVATOIRE NAVAL DE WASHINGTON.

L'Observatoire de Washington n'a guère que trente ans d'existence ; cependant il occupe déjà l'un des premiers rangs, et il va de pair avec les grands Observatoires des premiers États de l'Europe. Cette marche ascendante, si rapide, est un des traits principaux de l'histoire de l'Astronomie aux États-Unis.

Les étapes sucessives que les hommes d'État de ce grand pays ont dû franchir avant d'atteindre leur but, la persévérance avec laquelle ils ont constamment renouvelé leurs efforts, malgré leurs insuccès temporaires, sont pour nous-mêmes un enseignement; et, à ce titre, il convient d'en retracer brièvement l'histoire.

I.

LAMBERT ET LE PRÉSIDENT J.-QUINCY ADAMS.

Le premier effort tenté en vue de donner aux études astronomiques un caractère national date de 1810. A cette

date, en effet, le Congrès fut saisi d'une proposition de W. Lambert, demandant un crédit pour l'établissement d'un premier méridien dans les États-Unis. « On éviterait ainsi ([1]) une dépendance ultérieure, soit de la Grande-Bretagne, soit des autres pays d'Europe, et, de plus, on ferait disparaître la confusion qui résulte, pour les cartes publiées en Amérique, des choix différents, faits par divers États, de premiers méridiens indépendants. »

Cette proposition fut renvoyée à une Commission, dont faisaient partie J.-Q. Adams et S.-L. Mitchell, et qui s'en dessaisit bientôt après pour transmettre l'affaire au célèbre Monroë, alors Secrétaire d'État, en lui demandant, au nom de la Chambre, de faire connaître son avis sur la question. Non-seulement Monroë appuya la proposition de Lambert, mais dans sa lettre à la Chambre, datée du 3 juillet 1812, il déclara que, suivant lui, « l'établissement d'un Observatoire est indispensable à sa réalisation ».

La lettre de Monroë fut renvoyée à une nouvelle Commission; les conclusions de son rapporteur, S.-L. Mitchell, qui furent d'ailleurs suivies d'un vote conforme de la Chambre, firent aussi une nécessité de la création d'un observatoire national, « qui servirait non-seulement à fixer le premier méridien, mais qui permettrait aussi de définir un grand nombre de faits astronomiques éminemment intéressants pour un peuple navigateur et commerçant ». Le texte du bill qui accompagnait le rapport disparut

---

([1]) Nous avons surtout suivi, dans cet historique, le Mémoire de M. Nourse : *Memoir on the founding and progress of the United-States Naval Observatory,* inséré dans les *Annales de l'Observatoire de Washington,* pour l'année 1871.

en 1814 dans l'incendie du Capitole. Ce rapport eut néanmoins les honneurs d'une seconde lecture et fut renvoyé à une Commission des deux Chambres réunies en Congrès.

Mais l'Amérique avait alors d'autres soucis; la guerre, qui affligeait le monde entier, menaçait d'anéantir son indépendance et occupait toute son attention. Dès qu'elle eut cessé (1815), l'affaire fut reprise et soumise à une nouvelle Commission de la Chambre. Son rapporteur, Nelson (18 février 1815), insiste aussi sur la nécessité d'avoir, aux États-Unis, un grand Observatoire astronomique et sur les avantages qu'en retirerait l'Union. Il conclut en outre « à ce qu'on sollicite le Président des États-Unis de faire faire, par des personnes compétentes, des observations propres à donner la position du Capitole avec la plus grande exactitude possible, les données et les résultats devant être communiqués au Congrès dans sa prochaine session ».

Cependant le Pouvoir exécutif ne put prendre aucune mesure pour assurer la mise à exécution de cette résolution de la Chambre, par cette raison que ce n'était point une « *joint resolution* » et qu'elle n'avait été votée que par la Chambre des représentants seule (¹).

C'est seulement trois ans plus tard, en novembre 1818, que Lambert renouvela sa proposition; et, cette fois, il fait remarquer qu' « il ne demande pas l'établissement immédiat d'un Observatoire muni des instru-

(¹) On sait qu'aux États-Unis tout projet doit, pour avoir force de loi, être voté à la fois par les deux Chambres. Il devient alors ce que les Américains appellent *Joint resolution*.

ments convenables, mais qu'il sollicite seulement les moyens d'exécuter une série d'observations destinées à faire connaître exactement la différence de longitude entre Washington et Greenwich ».

Il fallut attendre jusqu'en mars 1821 pour que ce projet, pourtant bien modeste, fût voté par le Congrès.

Lambert fut alors officiellement chargé par le Président de faire des observations astronomiques destinées à déterminer exactement la longitude du Capitole par rapport à l'Observatoire de Greenwich. Lorsqu'en 1822 il rendit compte au Congrès de ses travaux, il insista beaucoup sur la nécessité de créer un Observatoire national et de pourvoir à la publication d'Éphémérides astronomiques (*Nautical Almanac* ou *Astronomical Ephemeris*) ; mais ce rapport ne fut que déposé sur le Bureau de la Chambre et n'eut point les honneurs de la lecture.

En 1825, dans son premier message comme président de l'Union, J.-Q. Adams remena l'attention du Congrès sur le même sujet. En même temps qu'il demandait la fondation d'une Université nationale, il réclamait aussi la création d'un Observatoire astronomique qui permettrait à l'Amérique de rendre à la vieille Europe une part de ce qu'elle en recevait chaque jour. « Certainement, disait-il, un Américain doit être bien loin d'éprouver un sentiment d'orgueil quand il constate que, sur le territoire relativement restreint de l'Europe, il existe au moins cent trente de ces *phares des cieux* (¹), tandis que, dans

---

(¹) *They are existing more than one hundred and thirty of these light-houses of the skies* (President's Message, first session, nineteenth Congress).

tout l'hémisphère américain, il ne s'en trouve pas un seul. Si nous pensons un seul instant aux découvertes que les observateurs attachés à ces établissements ont faites depuis quatre siècles sur la constitution physique de l'univers, pouvons-nous douter de l'intérêt immense qui pousse chaque nation à cultiver l'Astronomie? Quand il passe à peine une année sur nos têtes sans que l'Europe ne nous envoie de seconde main, et comme par commisération, quelque nouvelle et importante découverte, nous priverons-nous plus longtemps des moyens de rendre *lumière pour lumière*, en ne formant ni observatoire ni observateur sur la moitié du globe qui nous appartient, et laisserons-nous la Terre accomplir ses révolutions successives dans une obscurité complète pour nos yeux qui ne veulent point chercher à voir ? »

Ce cri éloquent ne fut point écouté; mais la Grande-Bretagne déjà si pourvue venait de fonder, à la pointe méridionale de l'Afrique, au cap de Bonne-Espérance ([1]), un établissement astronomique, aujourd'hui de premier ordre; l'illustre astronome anglais F. Baily avait montré, dans son beau Mémoire sur les positions des différents Observatoires d'Europe ([2]), de quelle utilité serait pour le monde entier un observatoire établi aux États-Unis; aussi J.-Q. Adams poursuivit-il ses efforts même après avoir quitté la Présidence, et pour ainsi dire presque chaque année le Congrès fut obligé par lui à s'occuper de cette question. Elle ne fut pourtant point résolue directement,

---

([1]) Voir l'*Astronomie pratique en Europe et en Amérique*, II[e] Partie, p. 61 et suiv.

([2]) *Memoirs of the Royal Astronomical Society*, t. II.

et la création du bel établissement astronomique, dont l'Amérique s'enorgueillit à juste titre aujourd'hui, ne put avoir lieu que par une suite de circonstances qu'il est intéressant de connaître.

II.

WILKES ET GILLISS.

En 1830, le lieutenant L.-M. Goldsborough (aujourd'hui contre-amiral) avait fait créer, à Washington, un Bureau chargé de prendre soin des cartes, instruments, etc., appartenant à la Marine; par les ordres des Commissaires à la Marine (*Navy Commissioners*), les chronomètres, sextants, théodolites, ainsi que les autres instruments et cartes de la Marine, y avaient été centralisés. Un peu plus tard, en 1831, Goldsborough obtint du Département de la Marine un petit instrument des passages (du prix de 40 guinées (1050 francs), destiné à faciliter l'étude et le réglage des chronomètres. Le local dont il disposait, l'instrument lui-même étaient insuffisants; aussi, dès son arrivée à la direction du Bureau, le lieutenant Wilkes, son successeur (1833), sollicita-t-il des Commissaires à la Marine l'autorisation de transporter le Bureau en un endroit plus propice. Il l'établit au lieu même recommandé par F.-R. Hassler en 1816, et il y installa à ses frais l'instrument des passages de 5 pieds, construit par Troughton pour le *Coast survey* en 1815 et que Hassler avait prêté dans ce but. Cet instrument ne fut d'ailleurs guère utilisé sérieusement avant 1838, époque du départ du lieutenant Wilkes pour son voyage d'exploration dans les mers du

Sud. Si l'on voulait rendre ce voyage fructueux, il fallait nécessairement faire aussi, sur le territoire de l'Union, des observations continues de tous les phénomènes célestes propres à donner les positions relatives des diverses stations occupées. William Cranch Bond, près de Boston, et le lieutenant Gilliss, à Washington, furent chargés de ces observations comparatives, tout aussi bien que des observations magnétiques et météorologiques correspondantes.

Pour la première fois, le gouvernement américain chargeait officiellement des astronomes d'une série ininterrompue d'observations astronomiques dont tous comprenaient l'utilité, et à la réussite desquelles l'honneur du pays était engagé : ce fut une épreuve décisive. Loin de se laisser arrêter par l'insuffisance des moyens mis à sa disposition, le lieutenant Gilliss sut démontrer clairement, par l'emploi qu'il en fit, l'immense avantage et même la nécessité d'un Observatoire permanent bien outillé et, dans la session de 1841-1842, le Congrès, qui avait refusé de prendre en considération le projet déposé par J. Adams de fonder un « Observatoire national », créait, sous le nom de *Dépôt des cartes et plans,* un établissement qui fût, dès l'origine, ce qu'il est aujourd'hui, l'Observatoire national des États-Unis, mais que, d'après leurs traditions fédéralistes, les Américains ont cru devoir appeler *Observatoire naval des États-Unis*, *United States naval Observatory*. L'organisation qui lui a été donnée remplit d'ailleurs ce double but, de servir à la fois les intérêts scientifiques généraux de l'Union, et aussi les intérêts constants de sa Marine.

III.

FONDATION DE L'OBSERVATOIRE NAVAL. — M. F. MAURY.

C'est vers le milieu de 1842 que le Congrès autorisa la fondation de l'Observatoire naval de Washington et accorda un crédit de 25000 dollars (125000 francs) pour sa construction. Le 23 novembre 1843, le lieutenant Gilliss remettait entre les mains du secrétaire d'État au département de la Marine son Rapport sur le plan et l'installation du futur établissement. Ce Rapport fut immédiatement adopté, et Gilliss chargé d'en faire exécuter les conclusions.

Le terrain choisi pour son emplacement était le terrain historique où, lors de la guerre de l'indépendance, campèrent les troupes du général Braddock dans leur attaque contre le fort Duquesne, terrain désigné par Washington pour être le siége d'une grande Université nationale, et que pour cette raison on appelait *University square* (Réserve de l'Université). Placé au sommet d'une colline qui domine le cours du Potomac, ce terrain se prêtait, en effet, merveilleusement à l'établissement d'un grand Observatoire; son étendue (environ 8 hectares), ainsi que son éloignement du centre de la ville, paraissait pouvoir répondre à toutes les exigences du présent et de l'avenir.

Tel qu'il est aujourd'hui, après les additions qu'a nécessitées l'extension du service astronomique, l'Observatoire naval se compose (*fig.* 9) d'un bâtiment central contenant les bureaux du Dépôt des cartes et plans, surmonté d'un dôme abritant un équatorial, flanqué de

deux ailes destinées aux instruments méridiens et se prolongeant au sud par un petit pavillon qui renferme l'instrument établi dans le premier vertical. L'Observatoire fut terminé à la fin de septembre 1844, et, le

Fig. 9.



Observatoire de Washington.

1er octobre, le lieutenant M.-F. Maury, alors superintendant du Dépôt des cartes et plans, recevait l'ordre d'y transporter tous les livres, cartes et instruments appartenant au Dépôt, et de prendre la direction du nouvel établissement.

Les instruments principaux que l'Observatoire possédait alors étaient :

Une lunette méridienne d'Ertel et fils de Munich, dont l'objectif a été fait par Merz et Mahler. Son ouverture libre est de 5,33 pouces (0^m, 13) et sa distance focale de 7 pieds (2^m, 10); il a coûté 320 dollars (1600 francs). L'instrument entier a été payé 1480 dollars (7400 francs).

Un Cercle mural, de Williams Simms, de Londres, dont l'objectif a 4 pouces (0^m, 10) d'ouverture libre avec 5 pieds (1^m, 50) de foyer et qui a coûté 3550 dollars (17750 francs).

Un instrument des passages dans le premier vertical construit par Pistor et Martins de Berlin, sur le modèle de celui que Repsold de Hambourg avait fait pour l'Observatoire central de Poulkova. Cet instrument, qui n'a d'ailleurs point donné tout ce que Gilliss en attendait et qui n'est plus employé aujourd'hui, avait coûté 1750 dollars (8750 francs); sa lunette a 5 pouces (0^m, 13) d'ouverture libre et 6,5 pieds (1^m, 98) de foyer.

Un bel équatorial de Merz et Mahler, monté à la manière allemande, muni d'un mouvement d'horlogerie, des cercles divisés et des micromètres habituels; cet instrument était l'un des plus beaux qui existaient alors. Son objectif a 9,62 pouces (0^m, 24) d'ouverture avec 14 pieds 4,5 pouces (4^m, 37) de foyer : il avait coûté 3600 dollars (18000 francs); l'instrument tout entier avait été payé 6000 dollars (30 000 francs).

Un chercheur de comètes d'Utzschneider et Fraunhofer, dont la lunette a 4 pouces (0^m, 10) d'ouverture libre avec 2 pieds 8 pouces (0^m, 80) de foyer, qui avait coûté 280 dollars (1400 francs).

Si l'on y ajoute les pendules et autres appareils nécessaires à l'observation, on sera convaincu que Maury

était dès l'origine à la tête d'un établissement de premier ordre, pouvant rivaliser avec les principaux Observatoires d'Europe.

Restait à le munir d'un personnel instruit et dévoué. D'abord Maury paraît avoir eu l'intention de faire de l'Observatoire une véritable école d'Astronomie nautique pour les officiers de la Marine américaine : en 1845, 17 officiers avaient été occupés à l'Observatoire; mais les inconvénients d'un pareil système pour le bon fonctionnement de l'établissement et l'utilisation complète des richesses qu'il renfermait, son insuffisance pour assurer le recrutement d'observateurs habiles et expérimentés furent bientôt évidents.

Aussi, dès 1846, lorsque Maury eut résolu de consacrer toutes ses ressources à la formation d'un grand catalogue embrassant toutes les étoiles du ciel de Washington, jusqu'à la 9e grandeur, chercha-t-il à attirer à l'Observatoire des savants qui, y trouvant une situation convenable, y résideraient très-longtemps. C'est aujourd'hui le système qui a prévalu. Les fonctionnaires de l'Observatoire, quoique ayant le titre d'officier de la Marine, sont en réalité des professeurs et souvent des plus distingués; le directeur seul a toujours été un officier supérieur de la Marine nationale.

D'ailleurs, en même temps que se faisaient les observations, Maury en pressait la réduction et la publication, si bien que le premier volume des *Annales de l'Observatoire de Washington* parut au mois de septembre 1846. Outre une description complète de l'Observatoire et des instruments qu'il renferme, il contient encore les observations, entièrement réduites, faites aux instruments méridiens et

à l'instrument des passages dans le premier vertical. Depuis lors la publication de ces *Annales* a été continuée, quoique assez irrégulièrement, sous le titre : *Astronomical observations made at the United States naval Observatory, Washington;* leur ensemble forme l'un des plus beaux monuments de la science astronomique moderne, et donne une haute idée de l'activité déployée dans ce bel établissement.

Dès le mois de février 1847, l'attention du monde savant était d'ailleurs appelée sur l'Observatoire de Washington par un beau travail de S.-C. Walker.

Lorsque la planète Neptune eut été découverte, Maury chargea cet astronome, qui était alors attaché à l'établissement, de rechercher si l'astre nouveau n'avait point été déjà observé autrefois, ou, en d'autres termes, si l'on ne pouvait pas trouver dans les anciens catalogues des positions de cette planète déjà éloignées de nous d'un grand nombre d'années et notées comme se rapportant à des étoiles aujourd'hui disparues. Walker trouva dans l'*Histoire céleste* de Lalande 14 étoiles dont les positions et les grandeurs se rapportaient entièrement à celles qu'aurait dû avoir Neptune en mai 1795; le professeur Hubbard, alors chargé de l'équatorial et à qui cette liste fut communiquée, constata, après avoir assidûment sondé le ciel dans la région indiquée, que l'une des étoiles signalées par Walker avait complétement disparu. L'observation de Lalande se rapportait donc bien à la planète Neptune et non pas à une étoile véritable. L'Astronomie était ainsi mise en possession d'une position de Neptune remontant à cinquante-deux ans de distance : c'était là un résultat considérable, qui per-

mettait de rectifier immédiatement les éléments approximatifs donnés jusqu'alors pour cette planète [1].

L'amour-propre national fut flatté de cette belle découverte, et Maury en profita pour obtenir du Congrès une augmentation de ses ressources annuelles.

Les travaux astronomiques purent être alors poussés plus activement : à l'équatorial, M. James Ferguson, outre de nombreuses observations de comètes, et entre autres une belle étude sur la comète de Encke, découvrait successivement trois des petites planètes comprises entre Mars et Jupiter ; ce sont : Euphrosine (31) le 1er septembre 1854 ; Virginia (50) le 4 octobre 1857 et Écho (60) le 15 septembre 1860.

Aux instruments méridiens, le lieutenant Maury d'abord, puis Hubbard et Yarnall, aidés par les lieutenants Steedman et Herndon, outre les observations nécessaires pour donner l'heure et régler les chronomètres de la marine, préparèrent assidûment les éléments du grand Catalogue que Maury avait assigné comme le travail astronomique important de l'Observatoire.

Malgré toute cette activité, les premières années de l'Observatoire de Washington furent en partie momentanément inutilisées.

Le vote du Congrès, qui avait déterminé sa fondation, portait, en effet, que l'on devait surtout s'y occuper d'observations météorologiques et magnétiques. L'attention de Maury, qui s'était tout d'abord portée sur les observations astronomiques, fut bientôt attirée vers cet ordre de phé-

---

(1) *Smithsonian contributions*, t. II et III.

nomènes. Il y fit de grandes choses : son beau travail sur les vents et les courants, *Wind and currents charts*, est aujourd'hui classique et a rendu à l'humanité d'immenses services. Mais les calculs qu'exigeaient ces travaux, ainsi que l'étendue des documents qu'il fallait publier, ont, pendant de longues années, absorbé les faibles ressources de l'Observatoire de Washington; si bien que la publication des observations réduites fut toujours ajournée, tout aussi bien que la réduction progressive des observations elles-mêmes.

Ce travail de réduction ne commença réellement qu'en 1858, époque à laquelle le professeur Yarnall fut assez heureux pour décider Maury à lui permettre de l'entreprendre. Six volumes étaient déjà prêts pour l'impression : M. Yarnall en compléta les résultats par une série de déterminations d'ascensions droites, faites à la lunette méridienne. Mais le Catalogue de 10 000 étoiles environ, auquel il fut ainsi conduit, *Catalogue of stars observed at the United States naval Observatory during the years* 1845 *to* 1871, n'a été publié qu'en 1871 : les *positions conclues* qu'il donne pour les étoiles dérivent de 80 000 à 90 000 observations, faites à Washington pendant ces vingt-six années.

IV.

GILLISS. — LE GRAND CERCLE MÉRIDIEN.

Au commencement de 1861, le commandant Maury résigna ses fonctions pour aller rejoindre l'armée confédérée, et le 12 avril de la même année il fut remplacé par le capitaine Gilliss, qui avait été le véritable fondateur de l'Observatoire. Pendant sa courte direction, cet

éminent officier introduisit dans l'organisation intérieure de grandes réformes. Son premier soin fut de mettre à jour la publication des observations astronomiques et de séparer complétement les travaux météorologiques et magnétiques des travaux astronomiques; désormais l'Observatoire de Washington fut, pour ainsi dire, divisé en deux : l'un astronomique, l'autre météorologique et magnétique. A la tête du second fut placé M. le professeur J.-R. Eastmann; le personnel astronomique fut en même temps considérablement augmenté. Trois jeunes savants, qui sont aujourd'hui universellement estimés, MM. S. Newcomb, Asaph Hall et Williams Harkness, furent successivement nommés professeurs de Mathématiques de la Marine des États-Unis et détachés à l'Observatoire (*Commissioned professors of Mathematics in the United States Navy and ordered to the Observatory*). Les travaux qu'ils y ont déjà accomplis sont de ceux qui comptent dans la science.

Aussi le premier volume d'*Annales* publié par Gilliss est-il riche en documents astronomiques du plus haut intérêt. S. Newcomb y donne une détermination de la longitude de Washington, déduite de la comparaison de 279 culminations lunaires observées à Washington et à Greenwich [1]; le professeur Harkness publie une détermination complète de l'orbite de Némausa (51), MM. Harkness, Hall et Ferguson une série d'observations de Mars à l'époque de son opposition de 1862, observations faites en vue

(1) M. Newcomb en conclut $5^h 8^m 11^s,6$ comme différence entre les longitudes de ces deux observatoires.

d'obtenir la valeur la plus probable de la parallaxe solaire.

En même temps, Gilliss cherchait à améliorer l'outillage astronomique de l'Observatoire. L'une des grandes causes de faiblesse de l'Observatoire venait du peu de puissance optique de ses instruments méridiens. A l'époque de sa fondation, on ne connaissait que quatre petites planètes, d'ailleurs facilement observables avec les instruments alors choisis; mais, depuis, soixante-quinze de ces astres avaient été découverts, et les trois quarts d'entre eux étaient absolument invisibles, même dans les circonstances les plus favorables, avec les instruments méridiens que possédait l'Observatoire. Aussi Gilliss obtint-il du Bureau de la Navigation, dont l'Observatoire dépendait depuis le mois d'août 1862 ([1]), les fonds nécessaires à la construction d'un instrument méridien puissant.

Imitant ce qui avait été fait déjà à Greenwich et à Paris, il résolut d'obtenir avec un même instrument la mesure des ascensions droites et des déclinaisons, qui avait exigé jusqu'alors l'emploi de la lunette méridienne et du cercle mural. Il commanda, dans ce but, dès 1863, à Pistor et Martins, de Berlin, un cercle méridien dont l'objectif devait avoir 8,5 pouces ($0^m,22$) d'ouverture et 12 pieds 1 pouce ($3^m,67$) de foyer. Cet instrument, arrivé à Washington à la fin de 1865, fut monté en 1866; et, depuis, il a constamment été employé. Il offre quelques particularités intéressantes à connaître, et il peut à juste titre être considéré comme l'un des plus parfaits qui existent aujourd'hui. Nous l'avons représenté dans la

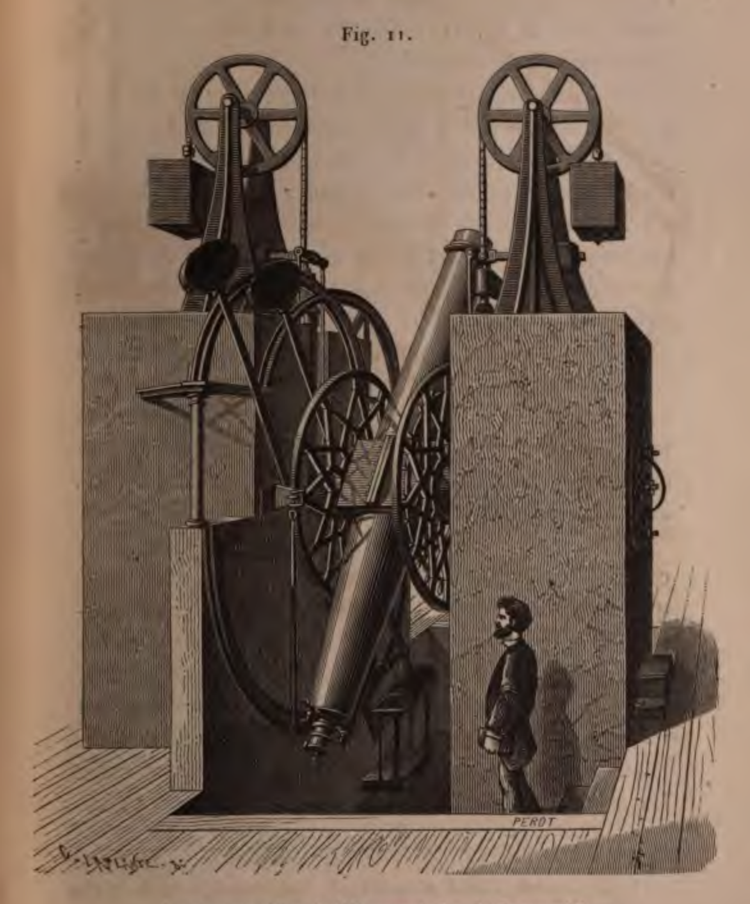
---

([1]) Ce Bureau et la superintendance du *Nautical Almanac* étaient alors confiés au commodore, depuis contre-amiral, C.-H. Davis.

Fig. 10.

Cercle méridien de l'Observatoire de Washington.

Fig. 11.



Cercle méridien de l'Observatoire de Greenwich.

fig. 10, et, pour faciliter la comparaison, nous avons donné dans la *fig.* 11 le dessin du cercle méridien de l'Observatoire de Greenwich.

Les deux cercles symétriques qui portent les graduations pour la mesure des distances polaires (1) ont 42 pouces ($1^m,07$) de diamètre; ils sont divisés sur argent et donnent directement les deux minutes d'arc. La lecture s'y fait au moyen de quatre microscopes diamétralement opposés deux à deux et portés aux extrémités de quatre rayons de laiton, fixés à un axe de même métal, très-fort et très-solide, encastré dans l'un des piliers de l'appareil. Cette disposition permet de déplacer à volonté les microscopes par rapport à la verticale; un même microscope vise alors successivement dans tous les points du cercle supposé immobile, et l'emploi de la méthode de *réitération* élimine la plus grande partie des erreurs dues aux défauts de la graduation.

L'instrument est d'ailleurs retournable (2) et deux collimateurs, placés l'un au nord, l'autre au sud, ainsi qu'un excellent niveau à bulle d'air, complètent le système destiné à donner les erreurs de l'instrument en ascension droite. Quant à la mesure des distances polaires, leur précision est assurée par les précautions suivantes : un escalier, présentant une baie centrale à partir d'une hauteur convenable, permet d'observer commodément les astres par réflexion, pour toutes les distances zéni-

---

(1) *Astronomical and meteorological observations made at the United States naval Observatory, during the year* 1865. Appendix I : *Description of the transit circle*, by professor S. Newcomb.

(2) Le poids de la partie mobile est de 336 kilogrammes.

thales de l'axe optique comprises entre 120 degrés et 240 degrés. En outre, afin de rendre plus facile et plus sûre l'observation du nadir, la plate-forme supérieure de l'escalier porte un système de volets, les uns fixes les autres mobiles, à l'aide desquels on peut enfermer l'oculaire de la lunette dans une sorte de cage close qui préserve l'œil de l'observateur contre toute lumière étrangère, ainsi que le tube de la lunette et le micromètre contre tout échauffement irrégulier.

Le micromètre de déclinaison est muni d'un appareil enregistreur spécial, dû à M. J.-A. Rogers ([1]).

Au lieu de porter un seul tambour divisé, la tête de la vis micrométrique en porte quatre dont chacun est armé d'un index qui, au moyen d'un mécanisme particulier, est tantôt libre par rapport au cercle divisé qui tourne alors devant lui à la manière ordinaire, et tantôt, au contraire, fait corps avec lui et est entraîné dans son mouvement. Dès que l'astre a été pointé avec le fil mobile, on fixe l'index par rapport au cercle ; on a ainsi quatre pointés indépendants, faits sur le même astre, pointés qu'on lira après l'observation terminée et dont les époques sont connues sans aucune confusion possible. Ce système nous paraît préférable à celui des micromètres à pointeurs que l'on a adoptés jusqu'ici dans un grand nombre d'instruments européens.

Pour faire bien comprendre tout le soin que Gilliss avait apporté à l'installation de ce bel instrument, il nous reste à dire quelques mots de la salle même d'observation. Longue de $12^m,20$ du nord au sud, large de $8^m,60$ et

---

([1]) *Astronomische Nachrichten*, n° 1493.

haute en moyenne de $6^m, 50$, elle est munie de trappes méridiennes d'une largeur de $1^m, 10$; au moyen de ces larges ouvertures, l'air circule librement dans ce grand vaisseau, et l'égalité de température paraît devoir être atteinte rapidement entre l'intérieur de la salle et l'extérieur. Cependant, pour l'assurer davantage encore, on a formé les murs d'une charpente en bois entièrement recouverte de tôle galvanisée et on les a protégés contre les rayons directs du soleil à l'ouest, au sud et à l'est, au moyen de persiennes qui les masquent entièrement.

Mais Gilliss n'eut point le bonheur de voir le succès final couronner ses efforts, il ne vit même point l'instrument dont il avait doté son pays; il fut emporté à l'âge de 53 ans par une attaque d'apoplexie foudroyante le 9 février 1865, avant que ce cercle méridien fût même arrivé en Amérique. Cependant les derniers jours de sa vie ne furent point sans joie. Le matin même du 9 février il put constater, par les résultats des calculs faits d'après ses ordres à Washington, combien était juste et pratique l'idée, dont la réalisation avait rempli une si grande partie de son existence, de déterminer la parallaxe solaire au moyen de données purement américaines. Sa joie dut être d'autant plus vive, que les deux Observatoires où se firent les observations correspondantes de Mars et de Vénus, nécessaires à la solution du problème, étaient tous deux dus réellement à son initiative, tout aussi bien celui du Chili dans l'hémisphère austral (1) que celui de Washington dans l'hémisphère boréal.

(1) Les travaux de Gilliss au Chili seront étudiés dans l'Histoire de l'Observatoire de Santiago.

V.

LES AMIRAUX DAVIS ET SANDS. — LE GRAND ÉQUATORIAL.

Le contre-amiral Charles Henry Davis, chef du bureau de la Navigation au département de la Marine, succéda à Gilliss dans ses délicates et importantes fonctions. Sa superintendance fut d'ailleurs de très-courte durée : aussi ne put-elle être, au point de vue astronomique, qu'une continuation de celle de Gilliss; mais, au point de vue de l'organisation intérieure, elle fut marquée par un fait de la plus haute portée, la séparation complète de l'Observatoire et du Dépôt des cartes, plans et instruments de la Marine.

Cependant, et avec juste raison, l'Observatoire continua à rester chargé de la surveillance et du réglage des chronomètres de la marine de l'État.

Au mois de mai 1867, le contre-amiral Davis quitta l'Observatoire pour prendre le commandement de l'escadre du Sud de l'Atlantique (1).

---

(1) Parmi les travaux publiés par l'Observatoire pendant la direction de l'amiral Davis, nous signalerons surtout les deux suivants, dus à M. S. Newcomb, et qui sont insérés dans les *Astronomical observations made during the year* 1865 :

1° Un Mémoire sur le cercle méridien de Gilliss, où l'on trouve une méthode aussi correcte qu'ingénieuse pour l'étude des erreurs de graduation d'un cercle divisé.

2° Une étude comparative des différentes méthodes destinées à donner la parallaxe du Soleil, et surtout une discussion savante des observations faites jusqu'alors de la planète Mars, lors de son opposition. Ce beau Mémoire a pour titre : *Investigation on the distance of the Sun and of the elements which depends upon it.*

Le contre-amiral Benjamin-F. Sands lui succéda.

Outre les travaux astronomiques courants, l'Observatoire consacra une partie de ses forces à la mise en œuvre des matériaux accumulés depuis sa fondation et à quelques expéditions astronomiques du plus haut intérêt. Les plus importantes publications de cette période sont les suivantes :

En 1867 paraissait un Rapport du professeur Harkness sur la différence de longitude entre Washington et la Havane; S. Newcomb donnait aussi les positions des étoiles fondamentales observées à Washington de 1862 à 1867, et le Catalogue de 151 étoiles contenues dans l'amas de Præsepe.

En 1869, les zones observées au cercle mural de 1846 à 1849 étaient publiées par le professeur Coffin. Les zones observées à la lunette méridienne dans le même intervalle paraissaient en 1870.

Cette année 1870 fut marquée par la publication d'un beau Mémoire de M. S. Newcomb sur les ascensions droites des étoiles équatoriales fondamentales et les corrections nécessaires pour ramener les ascensions droites des différents catalogues à un système moyen homogène (1).

En 1871 le professeur Yarnall publia les résultats des observations faites au cercle mural et à la lunette méridienne de 1853 à 1860, et le catalogue général qui résume toutes les observations faites à Washington de 1845 à

---

(1) *Right ascensions of the equatoreal fundamental stars, and corrections necessary for reduction of right ascensions of different Catalogues to a mean homogeneous system.*

1871; ce Catalogue donne les positions de 10000 étoiles environ.

L'Observatoire organisa, en outre, deux expéditions, l'une à la station de Plover Bay (détroit de Behring), pour observer l'éclipse totale de Soleil du 7 août 1869 (*fig.* 12), l'autre à Syracuse et à Gibraltar, où les professeurs Newcomb, Hall, Harkness et Eastmann observèrent l'éclipse totale du 22 décembre 1870 (*fig.* 13). Ce sont ces expéditions américaines qui, les premières, ont constaté la présence de trois raies brillantes dans le spectre de la couronne, et établi par là la nature de ce phénomène; on sait que cette observation a été confirmée plus tard par M. Janssen.

Mais l'événement capital de la superintendance de l'amiral Sands a été la construction et l'installation du grand équatorial. Celui que possédait l'Observatoire de Washington était, en effet, inférieur à ceux qu'avaient alors la plupart des autres Observatoires du pays. D'un autre côté, tout ce que l'on pouvait trouver dans le ciel avec un équatorial de pareille dimension paraissait avoir été obtenu; pour faire progresser la science astronomique et étudier sérieusement les astres faibles, comme les satellites des planètes qui limitent actuellement notre système, et aussi pour pénétrer au delà de ses limites actuelles, il semblait nécessaire d'augmenter beaucoup la puissance d'éclairement et de définition des instruments employés.

Ce vœu, émis depuis quelques années par les savants astronomes de l'Observatoire de Washington, reçut une première sanction en 1870 : l'article 18 du *Naval appropriation Bill,* approuvé le 15 juillet de cette année, au-

torise, en effet, le superintendant de l'Observatoire naval à entamer des négociations « avec un constructeur américain, pour la construction d'un équatorial ayant les

Fig. 12.



Éclipse de 1869. — Dessin de M. Eastmann.

plus grandes dimensions possibles, mais ne coûtant pas plus de 50 000 dollars (250 000 francs). »

Dès le mois d'août suivant, le professeur S. Newcomb, représentant l'Observatoire, et MM. Alvan Clark et fils, de Cambridge (Massachussets), avaient arrêté les con-

ditions du traité. Ces habiles constructeurs s'engageaient à fournir et à monter, dans un délai de quatre ans, un équatorial de 26 pouces ($0^m,65$) d'ouverture libre, avec

Fig 13.



Éclipse de 1870.

cercles divisés, mouvement d'horlogerie, oculaires ordinaires, micromètres à fils, micromètres circulaires, micromètre à double image d'Airy et un spectroscope.

Ce traité fut approuvé par le Congrès, dans la session suivante, le 30 juin 1871 [1].

MM. Clark se mirent immédiatement à l'œuvre : le 30 décembre suivant, les disques de l'objectif, pris à la belle manufacture de Chance et C[ie], de Birmingham (Angleterre), étaient entre leurs mains, et le travail optique commençait; il fut terminé en novembre 1872. Cet objectif, dont la distance focale est de $9^m,95$, est un des chefs-d'œuvre de Clark [2] : à la distance de 183 mètres, il dédouble deux points lumineux distants de $2^{mm},5$, ce qui correspond à un *pouvoir séparateur* de $0'',28$. Les nombres donnés autrefois par Dawes et Foucault, nombres qui correspondent aux conditions d'observation les plus favorables, lui assigneraient un *pouvoir séparateur* de $0'',2$; les limites assignées à la puissance optique d'une lunette ont donc été presque complétement atteintes par MM. Clark.

L'examen de M. Newcomb ne s'est d'ailleurs point borné là après : avoir exactement mis au point sur un astre faible, par exemple Obéron, l'un des satellites d'Uranus, il a recouvert presque tout l'objectif, sauf les bords, d'une calotte opaque de $0^m,51$ de diamètre, ne laissant ainsi libre qu'une couronne de $0^m,076$ de largeur; cependant l'astre resta visible avec la même netteté et sans que l'on fût tenté de changer la mise au point de l'instrument.

---

(1) *Instruments and Publications of the United States Naval Observatory*, 1845-1876.

(2) Suivant la règle adoptée par Clark, les deux faces du crown et la face du flint qui le touche ont même courbure; l'autre face du flint est, au contraire, presque plane.

En outre, l'objectif supporte parfaitement le grossissement de 1120 fois, et celui de 1320 par occasion quand l'atmosphère est pure.

Ces résultats, dont les artistes américains ont le droit de s'enorgueillir, font aussi le plus grand honneur à la science française; c'est, en effet, en suivant pas à pas les méthodes d'examen données par l'illustre Foucault que MM. Clark ont pu les obtenir si rapidement et si sûrement.

La partie mécanique était d'ailleurs menée avec autant d'activité; en même temps l'Observatoire faisait construire le bâtiment même de l'Équatorial, construction autorisée en juin 1872 par un vote du Congrès,

Aussi, le 20 novembre 1873, M. S. Newcomb pouvait prendre possession de ce bel instrument (*fig.* 14), dont il avait constamment suivi et dirigé la construction dans les moindres détails et qui n'a actuellement qu'un seul rival au monde, le grand équatorial de M. Newall (*fig.* 15) en Angleterre (¹). La somme totale à payer aux constructeurs ne dépassait que de quelques milliers de francs les 250000 francs prévus, et l'ensemble des constructions avait coûté 14000 dollars (70000 francs).

Le dôme qui abrite l'Équatorial d'Alvan Clark a été établi au sud du bâtiment principal et au même niveau que lui; les communications sont ainsi plus faciles et la stabilité de l'instrument plus grande, sans qu'il en résulte aucune diminution réelle du champ d'observation.

Dans la construction du dôme, il n'entre pas de maçonnerie : les parois verticales sont formées d'un fort ca-

---

(¹) Voir *les Observatoires et l'Astronomie pratique*, Ire Partie, p. 142.

Fig. 14.



Grand équatorial de l'Observatoire de Washington.

Fig. 15.



Equatorial de M. Newall.

nevas de bois de chêne, recouvert extérieurement de lames de fer galvanisé et intérieurement de toile à voile silicatisée; le dôme lui-même consiste en une charpente en sapin recouverte du même métal. La température à l'intérieur du dôme se maintient ainsi très-voisine de celle de l'air extérieur. Par exemple, le 2 mars 1874, l'un de nous a pu vérifier que, le dôme n'ayant pas été ouvert depuis douze heures, la température intérieure était de 6 degrés, le thermomètre extérieur marquant 5 degrés. Nous citerons encore à l'appui les chiffres suivants qui nous ont été communiqués par M. S. Newcomb; le 26 septembre 1874 on avait :

	Temp. ext.	Temp. int.
A 2 heures du soir.........	26°,7	25°,8
A 7 heures du soir.........	21,4	22,0

En outre, les trappes servant à l'observation ont ici 2 mètres de largeur; l'équilibre de température entre l'extérieur et l'intérieur du dôme s'établit donc presque immédiatement après leur ouverture, et se maintient ensuite.

Cette condition est une des plus importantes qu'il faille chercher à obtenir dans l'emploi des grands instruments, où les moindres ondulations de l'air au voisinage de l'objectif sont considérablement amplifiées par l'instrument lui-même ([1]).

([1]) Il est encore intéressant de remarquer à ce sujet que l'objectif lui-même, surtout lorsqu'il atteint ces dimensions, est en général très-sensible aux variations de la température. Ainsi, pour l'objectif qui nous occupe, l'aberration, qui est presque nulle pour une température moyenne de l'atmosphère, devient positive si la température augmente, et négative si, au contraire, cette température diminue.

Mais ce ne sont point seulement les hautes qualités optiques de son objectif qui font de cet équatorial un instrument remarquable : certains détails de sa monture sont fort intéressants à connaître.

Le mouvement d'horlogerie qui entraîne tout l'équatorial, pour lui permettre de suivre les astres dans leur course diurne, a pour moteur ([1]) un tourniquet hydraulique (*fig.* 16), de la forme d'un moulin à écorcer (*Barker's mill*). Les n^os I et II montrent comment le mouvement de rotation produit par ce tourniquet se communique à la poulie P′ située hors de la cave, dans la salle même d'observation, et dont l'axe A est l'arbre véritable de tout le système entraîneur; car c'est son mouvement qui, au moyen d'engrenages multiplicateurs, est transmis à la tige T qui commande l'axe horaire. Le problème à résoudre pour obtenir un mouvement régulier de l'équatorial est donc de rendre uniforme le mouvement de l'axe A.

Un premier mode de réglage consiste à agir sur le débit même du moteur; la corde sans fin qui réunit les deux poulies P et P′ passe, suivant la disposition bien connue sous le nom de *bride d'Huyghens* (*Huyghens loop*) ([2]), sur quatre poulies à axe horizontal p, p', p''_1, p'''_1, dont les deux supérieures p et p' sont fixes, tandis que les deux poulies inférieures sont au contraire mobiles : l'une d'elles p' porte un poids B′ et est entièrement libre; l'autre porte également un poids B, mais elle est, en outre, reliée avec une valve V, dont les inclinaisons par rapport à

([1]) Ce moteur est aménagé au-dessous de l'instrument, dans une cave de quelque profondeur, afin que l'eau n'y gèle jamais.

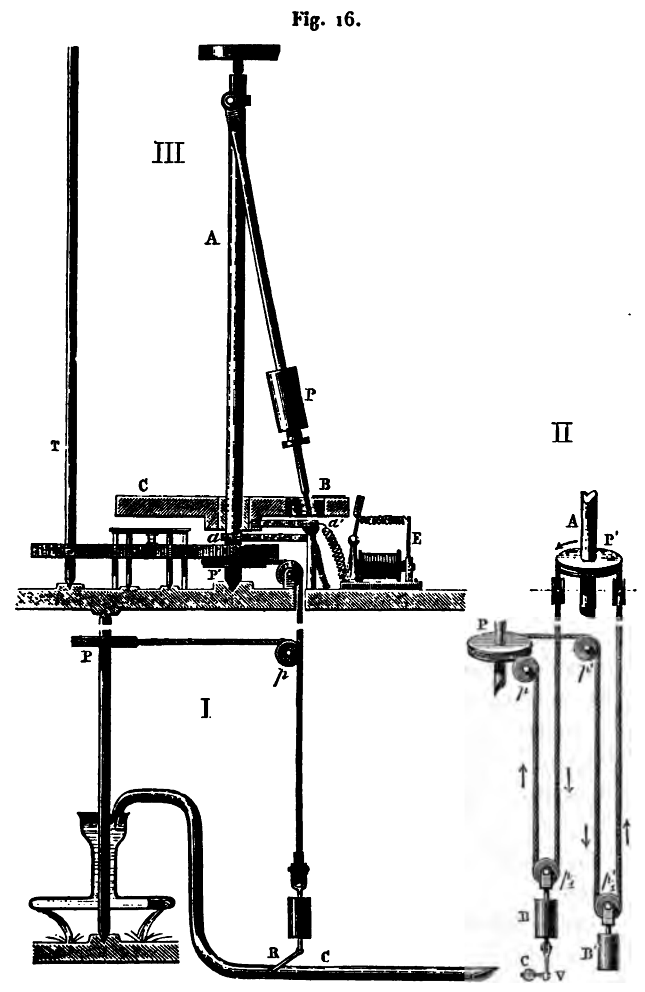
([2]) Huyghens, *Horologium oscillatorium*, etc.; Paris, 1673.

l'axe du conduit C, règlent le débit de l'eau. Or, dès que l'axe A tourne trop vite, le poids B descend et la valve se relève de façon à diminuer l'arrivée du liquide.

Mais là n'est point le véritable régulateur : son organisme principal est un pendule conique qui fait une révolution en deux secondes de temps. Pour assurer l'isochronisme de ses oscillations, on n'a pas fait passer l'axe horizontal de la fourchette qui le supporte par le centre de la tige verticale A (n° III), mais latéralement et à une distance telle, que l'inclinaison moyenne de la tige du pendule corresponde au minimum de vitesse de l'axe A. L'extrémité inférieure du pendule passe dans une fente pratiquée suivant l'un des rayons d'un cercle massif C qu'il entraîne dans son mouvement et qui fait fonction de volant; dès que la vitesse de rotation de l'axe A vient à augmenter, le pendule s'écarte de la verticale, tendant déjà lui-même à ramener l'équilibre. Mais il existe encore un troisième auxiliaire; le cercle C et l'axe A, d'ailleurs isolés l'un de l'autre par un anneau en ivoire, sont réunis constamment par deux ressorts métalliques *a* et *a'* avec les deux pôles d'une pile dont le circuit traverse un électro-aimant E; d'autre part, le cercle C porte à l'extrémité extérieure de la fente un contact métallique B. Aussitôt que la vitesse de A atteint une valeur suffisante, la tige du pendule, qui s'est écartée successivement de la verticale, vient toucher B, le courant est établi, le marteau de l'électro-aimant frotte alors contre le cercle C et fait fonction de frein pour ralentir le mouvement et ramener la vitesse de A à une vitesse maxima qu'elle ne peut dépasser.

La transmission du mouvement de la tige T à l'axe ho-

Fig. 16.



Moteur et régulateur de l'équatorial de Washington.

raire est également à noter. Le problème final à résoudre consiste à commander l'arc d'un secteur de cercle au moyen d'un tambour qui, par une série d'engrenages, reçoit le mouvement de la tige T. Jusqu'ici, en général, on dentait le tambour et le secteur d'une façon convenable; Clark emploie dans le même but trois lames de laiton très-flexibles dont il fixe l'une des extrémités au tambour, l'autre au secteur et qu'il enroule sur le tambour, les deux latérales dans un certain sens, et la troisième médiane en sens inverse. Lorsque le tambour tourne, il déroule une de ces lames et enroule les deux autres, entraînant ainsi le secteur, et avec lui l'axe horaire, d'un mouvement doux et sans temps perdu ([1]). Les dimensions du secteur et du tambour sont d'ailleurs telles, que la durée totale de la course du premier est d'environ cinq heures : c'est la durée moyenne d'une bonne nuit d'observation; quand le secteur est au bout de sa course, il faut tourner à la main l'instrument en sens inverse.

Ajoutons encore que le secteur est monté sur l'axe horaire au moyen d'un collier à vis, de façon que l'on peut volonté les rendre indépendants l'un de l'autre ou, au contraire, leur faire faire corps; en desserrant la vis, on rend le secteur libre par rapport à l'axe horaire. On peut alors donner à l'instrument telle position que l'on désire pour une autre observation, sans arrêter pour cela le mouvement d'horlogerie. Cette vis de serrage, ainsi que celles qui déterminent les mouvements de rappel en ascension droite et en déclinaison, se manœuvre du siége

---

([1]) Ce système de transmission a été appliqué par Clark à tous ses équatoriaux.

même de l'observateur, au moyen de cordes agissant sur des poulies qui forment les têtes de ces différentes vis. D'ailleurs la lecture des cercles de calage se fait aussi de ce même siége, au moyen d'une jumelle de théâtre.

L'éclairage du micromètre est obtenu bien simplement dans la plupart des cas; celui-ci est percé latéralement d'une fente en face de laquelle on place une lanterne. Pour l'observation des astres faibles, on emploie un tube de Geissler rouge et en forme d'anneau circulaire, disposé convenablement dans l'intérieur du micromètre.

VI.

TRAVAUX RÉCENTS. — LE MONDE D'URANUS ET DE NEPTUNE.

MM. les professeurs S. Newcomb et Holden, puis plus tard Hall et Holden, furent chargés d'utiliser ce bel instrument. Ils firent avec lui un certain nombre d'observations physiques de Mars, Jupiter et Saturne; des dessins de la nébuleuse Oméga (n° 4403 du Catalogue général d'Herschel), de la nébuleuse annulaire de la Lyre (G. C. 4447), de la nébuleuse d'Orion (G. C. 1179), et de la nébuleuse signalée par Tempel dans les Pléiades, ainsi que de nombreuses observations micrométriques des compagnons de Sirius et de quelques autres étoiles doubles, travaux qui ont tous de l'importance. Mais il faut surtout citer [1] une

---

[1] *The Uranian and Neptunian systems investigated with the 26-inch equatorial of the United States naval Observatory*, by Simon Newcomb, professor of the United States Navy. (Washington, observations for 1873. Appendix I.)

longue série d'observations faites par Newcomb et Holden, en 1873 et 1874, des systèmes d'Uranus et de Neptune dont l'observation continue, faite avec un instrument aussi puissant, offrait alors un grand intérêt.

W. Herschel avait annoncé que la planète Uranus était accompagnée de six satellites (¹); mais, si l'existence de deux d'entre eux (II et IV), qu'Herschel avait découverts les premiers et qu'il appelle constamment le *Premier* et le *Second*, est absolument certaine, il est impossible d'en dire autant des quatre autres; les observations que l'astronome de Slough cite dans ses Mémoires offrent beaucoup de prise au doute, et John Herschel déclare lui-même qu'il ne trouve, ni dans ses observations (1828 à 1832), ni dans celles de son père, aucune preuve nette de leur existence. Lamont, qui fit en 1838 à Munich une série d'observations du monde d'Uranus, déclare aussi n'avoir jamais vu qu'une seule fois un autre satellite que les deux premiers d'Herschel.

Dès que M. Lassell eut construit son télescope de 2 pieds (²), il porta son attention sur cette question ; et

---

(¹) Voici, d'après cet illustre astronome, les durées de révolution de ces satellites, en suivant l'ordre de leurs distances à la planète :

I	5ʲ.21ʰ
II	8.18
III	10.23
IV	13.11
V	33.01
VI	107.16

(²) *Voir* l'*Astronomie pratique en Europe et en Amérique*. Première Partie, p. 116 et suivantes.

dans l'automne de l'année 1847 il aperçut un satellite évidemment intérieur aux deux premiers d'Herschel, mais dont la durée de révolution, qu'il trouva être de deux jours environ, différait notablement de celle assignée par Herschel à la révolution du satellite I. A peu près à la même époque, M. Otto Struve, se servant du grand équatorial de l'Observatoire de Poulkova, vit aussi un satellite intérieur aux deux *premiers;* mais, suivant cet habile astronome, il accomplissait sa révolution en quatre jours environ : ce n'était donc ni le satellite I d'Herschel, ni le nouveau satellite annoncé par M. Lassell.

Le problème allait, on le voit, en se compliquant ; aussi, pendant son séjour à l'île de Malte, où il avait transporté son télescope afin d'avoir une atmosphère plus pure et plus transparente qu'à Liverpool, M. Lassell reprit-il cette étude. Des satellites annoncés par Herschel il ne put voir encore que les deux *premiers;* mais, en outre, il revit celui qu'il avait déjà aperçu à Liverpool, et en découvrit un second moins brillant et plus éloigné de la planète, de sorte que, d'après lui, le système d'Uranus serait composé comme il suit :

			j h m s
Ariel,	avec une révolution de	..	2.12.29.20,7
Umbriel,	»	...	4. 3.28. 7,5
Titan,	»	...	8.16.56.25,6
Obéron,	»	...	13.11. 6.55,4

Obéron et Titan, les deux *premiers* d'Herschel, étant les plus brillants et ayant un éclat à peu près égal ; Ariel ayant un éclat moitié moindre et Umbriel étant plus faible encore.

Lors du second séjour (1861 à 1865) qu'il fit à Malte

pour utiliser un nouveau télescope d'ouverture double du premier ($1^m,22$), M. Lassell étudia de nouveau très-assidûment le monde d'Uranus; mais, malgré la puissance de l'instrument dont il disposait, il ne vit rien de plus qu'en 1851, et il quitta Malte avec la conviction que, « si Uranus possédait plus de quatre satellites, les autres étaient à découvrir. » Cette conclusion fut adoptée par tous ; et, jusqu'en 1871, aucune recherche ne fût entreprise sur ce sujet. A cette époque, M. Vogel, Directeur de l'Observatoire de M. Bulow à Bothkamp, reprit l'étude du système d'Uranus avec un équatorial de 12 pouces ($0^m,30$) d'ouverture, mais la discussion de ses observations montre que très-probablement il n'a vu que les *deux premiers* satellites d'Herschel. Il était donc bon de renouveler l'épreuve; et MM. Newcomb et Holden rendirent un immense service en faisant servir à cette étude le bel instrument que l'Observatoire de Washington venait d'acquérir.

Ces deux astronomes arrivèrent d'ailleurs à la même conclusion que Lassell; pour eux aussi, les seuls satellites d'Uranus actuellement connus sont les quatre que l'astronome de Liverpool avait indiqués. Mais, s'ils n'ont pu augmenter les éléments de ce monde éloigné, ils ont fait de ses dimensions et de ses positions relatives une étude qui restera comme un modèle et qui permet aux astronomes de retrouver et d'observer facilement aujourd'hui ces astres jusqu'alors presque inconnus du plus grand nombre (1).

(1) A la même époque, Lord Rosse et M. Ralph Copeland ont fait aussi une série d'observations des satellites d'Uranus avec le Léviathan : ils ont vu et observé les quatre satellites de Lassell, et

Pour le monde de Neptune les incertitudes étaient grandes aussi.

Depuis sa découverte faite par M. Lassell en 1847, le satellite de Neptune n'avait été observé que par l'inventeur (1847 en Angleterre, 1852 et 1864 à Malte), par Bond (1847 et 1848), et enfin par O. Struve (1847 et 1848); non-seulement les éléments même de l'orbite de ce satellite différaient d'un observateur à l'autre, mais les valeurs données par eux pour la masse de Neptune variaient notablement (1).

M. Newcomb déduisit, de ses observations, des éléments qui paraissent être très-approchés; quant à la masse de la planète, il l'a trouvée égale à

$$\frac{1}{19380 \pm 70},$$

tandis que les perturbations causées par Neptune dans le

---

n'ont vu autour de la planète aucun corps qui pût être assimilé à un satellite nouveau. (*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, mars 1875.)

(1) Ces valeurs étaient :

$\frac{1}{19400}$, d'après Bond,

$\frac{1}{14446}$, d'après Struve,

$\frac{1}{18900}$, d'après Lassell en 1847,

$\frac{1}{17135}$, d'après Lassell en 1852.

Les observations de Lassell en 1864 n'ont pas encore été discutées.

mouvement d'Uranus l'avaient conduit au nombre [1]

$$\frac{1}{19700};$$

ces valeurs concordent aussi bien qu'on peut le désirer.

En 1874 et 1875, les mêmes astronomes firent aussi une longue suite d'observations des satellites de Saturne; les résultats n'en ont point encore été publiés.

Pour terminer l'histoire des travaux de l'Observatoire de Washington, nous ajouterons que ses astronomes ont organisé et dirigé les différentes missions chargées, par le gouvernement américain, d'observer le passage de Vénus du 8-9 décembre 1874.

Le Directeur actuel de l'Observatoire de Washington est le contre-amiral C.-H. Davis, qui a remplacé l'amiral Sands le 23 février 1874.

---

(1) *Investigations of the orbit of Uranus*, p. 173.

CHAPITRE IV.

AUTRES OBSERVATOIRES DE L'ÉTAT.

I.

OBSERVATOIRE DE WEST-POINT.

Un peu après la création de l'Observatoire de Philadelphie (1839), l'Académie militaire de West-Point (État de New-York) ayant à faire construire un vaste bâtiment pour sa bibliothèque et son laboratoire de Physique, décida qu'on disposerait les constructions de manière à y ménager une place convenable pour l'installation d'instruments astronomiques; en même temps, M. Barlett, professeur à l'Académie, fut envoyé en Europe avec mission d'y visiter les principaux Observatoires et d'y commander les instruments indispensables, un équatorial, un instrument des passages et un cercle mural.

Le bâtiment construit par l'Académie militaire est à un seul étage : au centre, une large tour haute de 17 pieds ($5^{m},17$), portant un dôme de 27 pieds ($8^{m},21$) de dia-

mètre, destiné à abriter l'équatorial [1]; à droite et à gauche deux grandes salles, les salles pour la bibliothèque et le cabinet de Physique; puis à chacun des angles est et ouest, une autre tour plus petite au sommet de laquelle devait se trouver, soit le cercle mural, soit l'instrument des passages. Au point de vue architectural, l'aspect général est satisfaisant, mais il eût beaucoup mieux valu séparer complétement l'Observatoire des deux autres bâtiments et le mettre entièrement chez lui.

Formé avec un objectif acheté à Lerebours, de Paris, l'équatorial fut monté dans les ateliers de Th. Grubb, de Dublin. Il a 6 pouces ($0^m,15$) d'ouverture libre, 8 pieds ($2^m,43$) de foyer, et il est pourvu d'un mouvement d'horlogerie, ainsi que des cercles et des micromètres de mesures. Le cercle mural vient de Simms de Londres : il a 4 pouces ($0^m,10$) d'ouverture et 5 pieds ($1^m,52$) de foyer ; quant à l'instrument des passages, dont l'ouverture est de 5 $\frac{1}{4}$ pouces ($0^m,13$) et le foyer de 7 pieds ($2^m,13$), il provenait des ateliers d'Ertel et fils, de Munich. Le premier a été installé dans la tour occidentale et le second dans la tour orientale, avec une excellente pendule de Hardy.

M. Barlett fit, avec ces instruments, de nombreuses observations qui malheureusement n'ont pas encore été publiées pour la plupart; les seules que nous connaissions sont relatives à la grande comète de 1843 [2].

---

(1) Ce dôme repose sur vingt-quatre boulets de canon tournant entre deux bordures circulaires de fonte.

(2) *American Philosophical Society Proceedings*, t. II, et *Silliman's Journal*, t. I.

En 1856, l'Académie militaire fit remplacer l'équatorial de Lerebours par un autre plus puissant, dont l'objectif, dû à H. Fitz, de New-York, est l'un des premiers grands verres qui aient été travaillés en Amérique ([1]).

Il a $9\frac{3}{4}$ pouces (0,25) d'ouverture et 14 pieds (4^{m},25) de distance focale; l'instrument est d'ailleurs pourvu d'un mouvement d'horlogerie, de cercles et de micromètres.

Les observations qu'il à servi à effectuer, si toutefois il y en a eu de faites, n'ont point encore été publiées. En 1871, le professeur Barlett a quitté la direction de cet Observatoire; son successeur a fait en 1873, concurremment avec M. Winlock, une série d'observations destinées à donner électriquement la différence de longitude entre l'Observatoire de West-Point et celui de Cambridge. Ce seront les derniers travaux astronomiques de l'Observatoire de West-Point; car la Compagnie du *West shore Railroad* vient d'obtenir du Congrès le droit de faire passer un chemin à travers la propriété de West-Point et de commencer l'exécution d'un tunnel qui passera juste au-dessous de la tour du cercle mural : les professeurs de l'Académie de West-Point sont en instance auprès du Congrès pour obtenir les crédits nécessaires à la construction d'un nouvel Observatoire.

([1]) Le premier, de $12\frac{1}{2}$ pouces d'ouverture, a été fait, en 1853, par H. Fitz, pour l'Observatoire d'Ann-Arbor; le second, de 9 pouces, a été fait, en 1855, par Spencer.

II.

OBSERVATOIRE DE L'ACADÉMIE NAVALE DES ÉTATS-UNIS (ANNAPOLIS).

L'Observatoire d'Annapolis n'a jamais servi sérieusement, du moins à notre connaissance. Depuis 1853, il existait à l'Académie navale un cours d'Astronomie pour l'instruction des Midshipmen, dans lequel on leur apprenait l'usage du chronomètre, du sextant, du compas azimutal et du théodolite (¹). L'un des directeurs de l'Académie, le lieutenant-commander Phytian fit construire, en 1857, un petit Observatoire où l'instruction astronomique des futurs officiers de marine pourrait se compléter. Il le munit d'un cercle méridien d'excellente qualité, d'une pendule sidérale, et enfin d'un équatorial d'Alvan Clark, dont l'objectif a 7,75 pouces ($0^m,20$) d'ouverture avec $9^{pi}6^{po}$ ($2^m,89$) de foyer, et qui est gouverné par un mouvement d'horlogerie.

A l'Observatoire, ces instruments n'ont servi qu'à faciliter l'exposition des principes qui doivent diriger ceux qui les emploient. Mais l'équatorial a été prêté au professeur Harkness et au Dr Curtin pour les observations de l'éclipse totale de Soleil du 7 août 1869 à Des Moines (Iowa); ils ont fait le plus grand éloge de son objectif.

(¹) Ce cours a été fait successivement par deux hommes fort distingués, MM. Chauvenet et Coffin. Depuis 1855, il n'y a plus de professeur régulier, et le cours est fait, de temps en temps, par un des gradués de l'Académie.

CHAPITRE V.

OBSERVATOIRES UNIVERSITAIRES.

I.

OBSERVATOIRE DE L'UNIVERSITÉ DE TUSCALOOSA (ALABAMA).

Fondé en 1843, cet Observatoire n'a servi qu'à l'instruction des étudiants de l'Université. Ses instruments principaux sont pourtant assez remarquables; il possède :

1° Un équatorial de Simms, avec mouvement d'horlogerie, dont la lunette a 8 pouces ($0^m,20$) d'ouverture et 12 pieds ($3^m,65$) de foyer; il est muni d'un micromètre à fils et d'un micromètre à double image; il a coûté 4000 dollars (20000 francs);

2° Un cercle méridien du même constructeur, dont l'objectif a 4 pouces ($0^m,10$) d'ouverture libre;

3° Une pendule de Molyneux à compensation de mercure, et une excellente pendule sidérale de Dent.

II.

OBSERVATOIRE DU COLLEGE AMHERST (MASSACHUSSETS).

En 1847, le collége Amherst s'adjoignit un petit établissement astronomique remarquable, pour nous, en ce qu'un certain nombre de ses instruments sont d'origine française. Il renferme une pendule de Bréguet, une lunette méridienne de Gambey de 2 $\frac{1}{2}$ pouces (0^m,06) d'ouverture, un équatorial d'Alvan Clark, muni d'un mouvement d'horlogerie, et dont l'objectif a 7,25 pouces (0^m, 18) d'ouverture avec 8,5 pieds (2^m,58) de foyer.

III.

OBSERVATOIRE DU COLLEGE DE SHELBY (SHELBYVILLE, KENTUCKY).

Ce n'est point, à proprement parler, un Observatoire véritable; vers 1850, le Rev. W. Walker fit don au collége de Shelby d'un équatorial de 7,5 pieds (0^m,18) d'ouverture et 10 pieds (3^m, 04) de foyer, admirablement monté et qu'on a installé sous un dôme porté par le toit du bâtiment du collége. La seule observation sérieuse à laquelle il ait servi est l'étude spectroscopique de l'éclipse totale de Soleil du 7 août 1869, qu'en a faite alors M. Winlock à Shelby.

IV.

OBSERVATOIRE DU COLLEGE HAMILTON (CLINTON, NEW-YORK).

Installé dans un bâtiment indépendant de celui du collége, construit exprès et fort bien approprié à sa destination, cet établissement doit son origine au professeur Charles Avery qui, en 1852 et 1853, recueillit, par voie de souscription publique, une somme de 15000 dollars (75000 francs) destinée à l'érection d'un Observatoire pourvu d'une grande lunette faite en Amérique.

Le bâtiment fut prêt en 1855, et l'équatorial commandé à Spencer et Eaton, de Canastota (New-York), fut livré au commencement de 1856. C'est un bel instrument, muni d'un mouvement d'horlogerie et des cercles ordinaires, dont la lunette a 13,5 pouces ($0^m,34$) d'ouverture avec 16 pieds ($4^m,86$) de foyer; il est excessivement remarquable par l'éclairement de ses images, mais son pouvoir de définition laisse un peu à désirer.

Un peu après, l'Observatoire s'enrichit d'une petite lunette méridienne portative, tout à fait semblable à celles qu'emploie constamment le Coast-Survey, et d'une bonne pendule.

C'estdans ce petit établissement et sans aucun aide que M. C.-H.-F. Peters découvrit, en faisant son atlas céleste, et presque coup sur coup, un grand nombre de petites planètes, faisant ainsi de l'Observatoire de Hamilton Collége comme un créateur de mondes.

Voici la liste de ces petites planètes, avec la date de leur découverte :

Eurydice......	22 sept. 1862	Brunhilda.....	31 juill. 1872
Frigga........	12 nov. 1862	Alceste........	23 août 1872
Io............	19 sept. 1865	Antigone......	5 fév. 1873
Thisbé........	15 juin 1866	Électra........	17 fév. 1873
Undine........	7 juill. 1867	Vala..........	24 mai 1873
Ianthe.........	18 avril 1868	Hertha........	18 fév. 1874
Miriam........	22 août 1868	Vibilia........	3 juin 1875
Félicitas.......	9 oct. 1869	Adeona........	3 juin 1875
Até...........	14 août 1870	Una...........	20 fév. 1876
Iphigénie......	19 sept. 1870	Loreley........	9 août 1876
Cassandre.....	23 juill. 1871	Rhodope......	15 août 1876
Sirona.........	8 sept. 1871	Urda..........	28 août 1876
Gerda.........	31 juill. 1872		

Soit en tout vingt-cinq de ces petits astres. Il est bien probable d'ailleurs que, lorsque cet Ouvrage paraîtra, la liste qui précède sera devenue incomplète et que M. C.-H.-F. Peters aura doté le système d'entre Mars et Jupiter de quelques mondes nouveaux.

V.

OBSERVATOIRE DE DARTMOUTH COLLEGE (HANNOVER, NEW HAMPSHIRE).

L'Observatoire de Dartmouth College a été fondé en 1853, grâce à la libéralité du Dr Georges Shattuck, qui fit les frais d'acquisition de terrain, de construction et d'achat des premiers instruments. Le bâtiment a ceci de particulier qu'il est pour ainsi dire à double paroi, ses murs étant formés de deux cloisons en briques de $0^{m},38$

d'épaisseur, laissant entre elles une couche d'air de $0^m,25$, de façon à prévenir les changements brusques de température. Les instruments principaux de l'Observatoire sont :

Un cercle méridien de Simms, dont la lunette a 4 pouces ($0^m,10$) d'ouverture libre et 5 pieds ($1^m,52$) de foyer ;

Un secteur zénithal à cadre de fer de Troughton, prêté par le Coast Survey ;

Un équatorial de 9,4 pouces ($0^m,24$) d'ouverture et 12 pieds ($3^m,35$) de foyer, construit par Alvan Clark et qui, au dire de M. C.-A. Young, directeur de l'Observatoire, est aussi remarquable par les qualités optiques de son objectif que par son élégance et la facilité de sa manœuvre ;

Un chercheur de comètes de Merz, de 4 pouces ($0^m,10$) d'ouverture.

M. Young, qui est en même temps professeur de Physique et d'Astronomie à l'Université et directeur de l'Observatoire, s'occupe surtout de recherches spectroscopiques, soit solaires, soit stellaires.

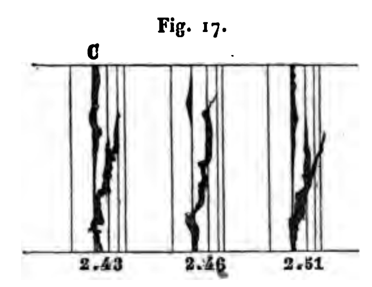
L'un des premiers, il a remarqué les inflexions qu'offrent parfois les raies spectrales dans les taches et les éruptions solaires, inflexions parfois considérables et qui permettent d'apprécier approximativement les vitesses avec lesquelles sont lancés les gaz qui constituent les protubérances : les *fig.* 17 et 18 représentent les formes des raies F et C observées par M. Young, le 22 septembre 1870, aux heures indiquées au bas de chaque figure [1].

---

[1] *Journal of Franklin Institute*, p. 8, 1870.

Ces recherches spectrales sont d'une grande délicatesse, et dans bien des cas les phénomènes étrangers dus à notre atmosphère viennent masquer les faits réels. Aussi, en 1872, M. Young a-t-il installé son équatorial à la station Sherman, le point le plus haut du chemin de fer du Pacifique, à 8300 pieds (2423 mètres) au-dessus du niveau de la mer. Il y a fait une série d'observations très-remar-

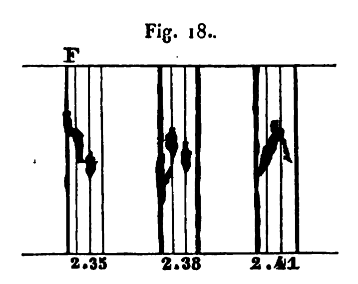
Fig. 17.



Forme de la raie C, observée par M. Young dans une tache solaire.

quables et très-précieuses, à cause de la transparence que prend l'atmosphère à cette hauteur.

Fig. 18.



Forme de la raie F, observée par M. Young dans une tache solaire.

VI.

OBSERVATOIRE DE L'UNIVERSITÉ DE MICHIGAN (ANN-ARBOR).

L'Observatoire d'Ann-Arbor date de 1854; il est dû à l'initiative du Dr Tappan qui, dès son installation comme chancelier de l'Université de l'État du Michigan, provoqua une souscription parmi les riches habitants de Détroit et réunit ainsi les fonds nécessaires à la construction et à l'équipement de l'établissement. Cet Observatoire a d'ailleurs eu la bonne fortune d'être dirigé dès l'origine par un des astronomes les plus habiles et les plus consciencieux de notre époque, le Dr Brunnow.

L'Observatoire se compose d'un bâtiment central supportant le dôme de l'équatorial, flanqué de deux ailes, dont l'une à l'est sert de salle méridienne et l'autre à l'ouest renferme un chronographe et un chercheur de comètes dû à Fitz, dont la lunette a $0^m,10$ d'ouverture. En 1867, on y a ajouté une maison pour le directeur, que l'on a construite à côté de l'aile occidentale.

Le cercle méridien, donné par H.-N. Walker de Détroit et construit par Pistor et Martins, était certainement l'un des plus parfaits qui existât à l'époque et pourra rendre pendant longtemps encore de grands services. La lunette a $6\frac{1}{2}$ pouces ($0^m,17$) d'ouverture libre et 9 pieds ($2^m,74$) de foyer; l'axe de rotation porte deux cercles divisés symétriques, donnant les deux minutes d'arc et sur lesquels les lectures se font au moyen de huit microscopes micrométriques dont les tambours donnent la se-

conde. L'instrument est d'ailleurs retournable et est muni d'un bain de mercure pour l'observation du nadir, de deux collimateurs nord et sud et d'une mire éloignée; enfin on peut à volonté obtenir l'éclairage du champ ou celui des fils du micromètre. Malheureusement le système de calage est défectueux, celui-ci se faisant au moyen de deux cercles à niveau fixés à l'est et à l'ouest du tube; il ne serait du reste pas difficile de faire disparaître cet inconvénient.

L'équatorial, qui a coûté 9500 dollars (47 500 francs), est considéré comme le chef-d'œuvre de H. Fitz, de New-York, tant au point de vue mécanique qu'au point de vue optique. Muni de deux cercles, dont l'un donne la seconde de temps et l'autre les dix secondes d'arc, il a son axe polaire en métal de cloche et possède une lunette de 12 ½ pouces ($0^m,32$) d'ouverture, avec une distance focale de 17 pieds ($5^m,17$) de foyer ([1]), qui montre aisément les satellites les plus brillants du monde d'Uranus (Ariel, Titania et Oberon), ainsi que les 8 satellites de Saturne, et dans laquelle l'anneau de cette planète ne disparaît jamais complétement.

Le chronographe est un ancien appareil de W. Bond, modifié depuis par M. Watson, dont le mouvement d'horlogerie est relié non-seulement avec son régulateur ordinaire, mais aussi avec un pendule conique; on introduit ainsi dans l'appareil comme un deuxième régulateur, et l'on assure à sa marche une uniformité presque absolue. Le courant électrique qui permet à la pendule d'inscrire la seconde

---

([1]) La distance focale paraît bien considérable par rapport à l'ouverture.

sur le chronographe lui est complétement extérieur; le procédé, d'ailleurs fort simple, est le suivant : le balancier porte à sa partie inférieure un petit barreau aimanté horizontal qui, lorsque celui-là passe au point le plus bas de sa course, attire et soulève une petite pointe d'acier faisant partie du circuit et produit ainsi dans le courant une interruption qu'un ressort antagoniste, dont on peut faire varier la tension à volonté, fait cesser après une durée plus ou moins longue, suivant la valeur de la tension. La pointe d'acier revient alors à sa position primitive.

Pendant son séjour à Ann-Arbor, M. Brunnow s'attacha surtout à observer au méridien et d'une façon continue les planètes télescopiques. Ses travaux ont été publiés dans le *Gould Astronomical journal*, et l'on trouve au volume cinquième de cet intéressant recueil la série presque complète des observations qu'il a effectuées.

En 1858, M. Brunnow quitta l'Observatoire d'Ann-Arbor pour revenir en Europe prendre la direction de l'Observatoire de Dunsink, près de Dublin. Son successeur fut M. James C. Watson, ancien étudiant de l'Université, assistant de M. Brunnow depuis 1857, et qui dirige encore aujourd'hui l'Observatoire.

En dehors de ses travaux d'enseignement, pour lequel il a publié un beau livre aujourd'hui classique en Amérique et en Europe, *Theoretical Astronomy relating to the motion of the heaven bodies*, cet astronome s'est exclusivement consacré à la construction des cartes écliptiques et à la recherche des planètes télescopiques; il a été assez heureux pour découvrir dix-neuf de ces petits astres, dont voici les noms et l'époque de découverte.

Eurynome.....	14 sept. 1863	Hermione.....	12 mai 1872
Minerve.......	24 août 1867	Némésis.......	25 nov. 1872
Aurore.......	6 sept. 1867	Æthra.........	13 juill. 1873
Hécate........	12 juill. 1868	Cyrène........	16 août 1873
Hélène........	15 août 1868	Juewa.........	10 oct. 1874
Héra..........	7 sept. 1868	(150)...........	18 oct. 1875
Clymène......	13 sept. 1868	(161)...........	19 avril 1876
Artémise......	16 sept. 1868	(168)...........	27 sept. 1876
Dioné.........	10 oct. 1868		
Thyra.........	6 août 1871		
Althéa........	3 avril 1872		

En outre, M. Watson a observé les éclipses totales de Soleil de 1869 et 1870, la première dans l'État d'Iowa, la seconde à Carlentini, en Sicile. En 1874, il a été envoyé par le gouvernement américain comme chef de la mission chargée d'observer le passage de Vénus à Pékin. Détail curieux à noter, à peine M. Watson était-il installé à Pékin, qu'il découvrait la planète Juewa.

Nous ajouterons, en terminant, que l'Observatoire est relié télégraphiquement aux lignes de la Western Union Telegraph Company et du Michigan Central Railroad, lignes auxquelles il transmet quotidiennement l'heure, ainsi qu'à Détroit, Toledo, Chicago et à d'autres villes.

VII.

OBSERVATOIRE DE L'UNIVERSITÉ D'ALLEGHENY (ALLEGHENY-CITY).

En 1860, un certain nombre d'habitants de Pittsburgh et d'Allegheny-City, entraînés par le mouvement général qui poussait alors les Américains à s'occuper d'Astro-

nomie, ouvrirent une souscription pour acheter et installer un instrument capable de leur montrer les objets remarquables du ciel. Ils firent l'acquisition d'un équatorial de 13 pouces ($0^m,33$) d'ouverture, avec 15 pieds environ ($4^m,62$) de foyer, et commencèrent l'installation d'un Observatoire.

Mais, avant même que les constructions fussent complètement terminées, il se trouva que les dépenses avaient de beaucoup dépassé les devis et la somme couverte par la souscription ; d'ailleurs l'enthousiasme était alors refroidi, on commençait à se demander comment on pourrait tirer parti de ce bel instrument. Bref, l'Observatoire allait être saisi et vendu pour dédommager les créanciers, lorsqu'un riche habitant de Pittsburgh, M. Williams Thaw, paya les dettes de l'établissement et fournit les sommes nécessaires à la transformation de cette première ébauche en un Observatoire véritable; il dépensa ainsi plus de 40 000 dollars (200 000 francs). En outre, pour assurer l'avenir de l'Observatoire, il en fit cadeau à l'Université de Pittsburgh, *Western University of Pennsylvania,* à la condition que celle-ci se chargerait d'y rétribuer et entretenir un astronome. Le premier directeur de l'Observatoire d'Allegheny fut le professeur S.-P. Langley, nommé en 1867.

Pittsburgh est, on le sait, l'un des plus grands centres du monde pour l'industrie du fer; cette ville est comme noyée dans la fumée de ses innombrables hauts-fourneaux : aussi l'Observatoire est-il bâti un peu loin, sur les bords de l'Ohio, au sommet d'une colline presque à pic, qui s'élève à 120 mètres au-dessus du niveau de la rivière ; il se compose d'une coupole centrale d'environ 8 mètres de diamètre,

flanquée de deux ailes, à l'est et à l'ouest. A l'est, sont la bibliothèque, la chambre de la pendule de temps moyen et du chronographe et une salle pour le logement de nuit de l'astronome; à l'ouest, est la salle méridienne.

L'instrument méridien est une petite lunette méridienne de Troughton et Simms, de 4 pouces ($0^m,10$) d'ouverture, n'ayant qu'une mire méridienne éloignée.

Le chronographe est un appareil ordinaire de W. Bond. Quant à la pendule de temps moyen, que renferme la même salle et qui a été construite par Howard, de Boston, elle offre quelques particularités curieuses : son balancier est à compensation de mercure, mais celui-ci, au lieu d'être porté dans un vase central, se trouve contenu dans cinq tubes en fer foré, disposés symétriquement autour de la tige du balancier; le mercure se met ainsi plus vite en équilibre de température avec l'air extérieur.

D'ailleurs, comme cette pendule transmet l'heure à un grand nombre d'établissements de Pittsburgh, à l'Hôtel de Ville et à tous les bâtiments publics, à tous les horlogers, à un grand nombre d'usines, aux lignes télégraphiques et aux divers chemins de fer (chemins de New-Jersey, de Pensylvanie, Pittsburgh à Chicago, Pittsburgh à Cincinnati et à Saint-Louis, etc.), il faut qu'elle n'ait point d'état, à midi moyen de chaque jour; on obtient ce résultat en enlevant ou ajoutant des poids de valeurs connues sur les tubes de fer dont nous venons de parler; on fait ainsi varier à volonté la marche de la pendule et cela de quantités connues, si l'on a déterminé par une série d'expériences préliminaires l'effet qu'un poids donné produit sur la marche en un temps donné.

Les travaux ont réellement commencé à Allegheny en

1871, par la détermination de la position géographique de l'Observatoire [1], et en même temps M. Langley entreprenait une étude régulière et suivie de la surface solaire et des taches qu'elle présente. Le procédé qu'il emploie pour cela, analogue à celui que le P. Secchi met depuis longtemps en pratique au collége Romain, est le suivant : au moyen d'une barre longitudinale, la lunette de l'équatorial porte, un peu au delà de son oculaire, une planchette dont le plan est sensiblement perpendiculaire à l'axe optique et sur laquelle on projette l'image réelle du Soleil au moyen d'une simple lentille convergente qui remplace l'oculaire. Le mouvement d'horlogerie entraîne alors lunette et planchette, et l'on dessine, comme à la chambre claire, la position et la forme des taches. Sur la même feuille de papier, on trace la direction de l'écliptique, direction que l'on obtient en arrêtant l'équatorial et en suivant sur le papier la marche de l'image du Soleil; on en déduit aisément la position de l'équateur solaire; de sorte que l'on a immédiatement, et avec précision, tous les éléments nécessaires à l'étude de la distribution des taches.

M. Langley possède une habileté de dessinateur vraiment remarquable : on s'en convaincra en étudiant attentivement la planche de la p. 126 qui représente une portion de la tache observée par M. Langley les 23, 24 et 25 décembre 1875 [2]. Dans ce dessin, que l'auteur appelle lui-même une *tache typique*, la disposi-

---

[1] $5^{h}20^{m}2^{s},93$ de longitude ouest de Greenwich, et $40^{\circ}27'39''$ de latitude nord.

[2] *Voir* Secchi : *Le Soleil*, *Pl. I.*

tion des filets de matière photosphérique qui constituent les courants et les ponts se trouve reproduite avec une admirable délicatesse, et leur épaisseur ne surpasse pas la moitié ou même le tiers d'une seconde d'arc. Il a publié, en outre, un travail intéressant sur la chaleur comparative des différents points de la surface du Soleil, et il s'occupe actuellement de comparer les intensités lumineuses du centre et des bords du Soleil ainsi que des différentes portions d'une même tache [1].

Les mesures qu'il a faites en 1874 et 1875 conduisirent cet astronome à admettre que : « en prenant pour unité la radiation thermique moyenne de la photosphère dans le voisinage de la tache, la radiation moyenne de l'ombre est 0,54 (avec une erreur probable de 0,05) et la radiation moyenne de la pénombre 0,30 (avec une erreur probable de 0,01). »

Dans le courant de l'année 1872, les travaux de M. Langley ont d'ailleurs été interrompus de la façon la plus bizarre. Pendant la nuit du 8 juillet de cette année, un voleur s'introduisit dans l'Observatoire, après le départ du directeur et de son assistant, et emporta l'objectif de l'équatorial [2]. Après de nombreuses recherches, on retrouva cet objectif chez un brocanteur qui prétendit l'avoir acheté d'un inconnu; il n'avait heureusement pas beaucoup souffert : les surfaces extérieures seules étaient souillées par quelques raies. M. Langley le fit néanmoins retoucher par A. Clark; c'est maintenant l'un des meilleurs objectifs de cette dimension que l'on con-

(1) *Monthly Notices*, novembre 1876.

(2) *The American Journal of Science and Arts* (n° 22, vol. IV).





naisse, et bien certainement le meilleur qui ait jamais été employé à l'étude physique du Soleil.

VIII.

OBSERVATOIRE DE L'ÉCOLE SCIENTIFIQUE DE SHEFFIELD (NEW HAVEN, CONNECTICUT).

Lorsque M. Sheffield créa l'École scientifique comme annexe de Yale College, il voulut combler la lacune qui existait dans l'enseignement de cette célèbre Université et la doter d'un Observatoire. Il fit construire, dans ce but, au centre de la façade du bâtiment de l'École scientifique, une tour de 24 mètres de haut, supportant une coupole rotative d'environ 5 mètres de diamètre, semblable à une tourelle de monitor. Cette tour abrite l'instrument principal de l'Observatoire, un équatorial de 9 pouces ($0^m, 23$) d'ouverture et de 10 pieds (3 mètres) de foyer, monté à la manière de Fraunhofer, muni d'un mouvement d'horlogerie et porté par un pilier de pierre de $1^m, 80$, ayant pour base une voûte épaisse de maçonnerie qui s'appuie sur les murs de la tour.

Les qualités optiques de cet instrument paraissent assez bonnes; ainsi il montre aisément les étoiles de Struve et d'Herschel dans le Trapèze d'Orion, fait voir le compagnon de Sirius, dédouble δ du Cygne et aussi, mais assez difficilement, le compagnon d'Andromède [1].

La salle méridienne est sur la tour occidentale du bâ-

---

(1) Cette étoile, découverte par Struve en 1842, n'est qu'à $0'',5$ de distance de γ^2 d'Andromède.

timent : un pilier en maçonnerie de $2^m,75$ de diamètre, haut de 11 mètres (en y comprenant les 3 mètres de fondation) et complétement isolé de la tour qui le renferme ([1]), est la base sur laquelle on a cimenté les deux piliers de granit du cercle méridien. Celui-ci n'est autre que l'ancien cercle méridien construit par Ertel et fils, pour l'Observatoire de Washington, qu'on a acheté au gouvernement et dont on a fait remplacer les cercles par Williams J. Young de Philadelphie. Tel qu'il est aujourd'hui, il a un objectif de 4,5 pouces ($0^m,10$) d'ouverture et 4 pieds 10 pouces ($1^m,47$) de foyer, avec deux cercles divisés de 1 mètre de diamètre (les anciens cercles n'avaient que $0^m,76$ et étaient situés en dehors des piliers) ; comme dans la plupart des instruments d'Ertel, le système objectif et le système oculaire peuvent se mettre indifféremment aux deux extrémités du tube, disposition à l'aide de laquelle on peut éliminer les erreurs dues à la flexion.

Malheureusement, M. Sheffield n'a mis l'Observatoire en possession d'aucun revenu qui permette d'assurer un traitement à l'observateur; celui-ci ne peut donc y consacrer que les loisirs que lui laisse sa fonction principale de professeur à l'École. Cependant, M. C.-S. Lyman, qui a actuellement la direction de l'Observatoire, y a observé assez régulièrement les protubérances solaires et fait quelques observations de Vénus au moment où elle s'approche beaucoup du Soleil.

([1]) Pour éviter tout changement brusque de température, on a entouré ce pilier, à environ $0^m,10$ de distance, d'une double gaîne de feutre goudronné et de planches jointes.

IX.

OBSERVATOIRE DE L'UNIVERSITÉ DEARBORN (CHICAGO).

Au mois de décembre 1862, les professeurs de l'Université Dearborn ayant appris que la maison Fitz, de New-York, avait à vendre un bel objectif de 14 ½ pouces (0^{m},37) d'ouverture, provoquèrent une souscription parmi les habitants de Chicago et réussirent à réunir à peu près 20000 dollars (100000 francs) pour son acquisition.

M. Moyne, de Chicago, fut alors délégué pour conclure l'affaire; mais il apprit en route que G.-P. Bond, directeur de l'Observatoire de Cambridge, cherchait à obtenir par voie de souscription, dans le Massachussets, les fonds nécessaires à l'achat du bel équatorial de 18 ½ pouces (0^{m},47) d'ouverture et 23 pieds (7 mètres) de foyer, que la maison Clark avait fait pour l'Université du Missisipi et dont la guerre de sécession rendait la livraison impossible, équatorial avec lequel A. Clark, le jeune, avait découvert le compagnon de Sirius et que Bond déclarait infiniment supérieur à celui de 15,5 pouces, de l'Observatoire de Cambridge : M. Moyne se dirigea sur Cambridge, au lieu d'aller à New-York, et fit immédiatement, non sans beaucoup de peine cependant, marché pour ce bel instrument. Le prix total d'acquisition fut de 18000 dollars (90000 francs), dont 11 000 (55000 francs) pour l'objectif, et 7000 (35000 francs) pour la monture. Un riche habitant de Chicago, M. J.-Y. Scammon, offrit, aussitôt qu'il apprit cette nouvelle, les fonds nécessaires à l'installation de l'équatorial et au traitement de l'observateur.

Mais, chose curieuse, l'instrument fut mis en place et installé (mai 1864) longtemps avant qu'on eût choisi l'astronome qui devait s'en servir; T.-H. Safford, assistant de l'Observatoire de Cambridge, n'a été en effet nommé astronome de l'Université Dearborn qu'en mai 1865. Aussi, depuis sa nomination, M. Safford n'a-t-il pu se servir une seule fois de ce magnifique équatorial.

En effet, au lieu de lui construire à part un petit bâtiment isolé et de le faire pour ainsi dire reposer sur le sol, on résolut d'installer l'équatorial dans une tour appuyée à la partie nord-ouest du bâtiment déjà existant de l'Université. Il fallut alors donner au pilier sur lequel devait reposer l'instrument une hauteur de 66 pieds (20 mètres) au-dessus du sol; cette masse énorme de maçonnerie a un diamètre de 27 pieds (8^m,20) à sa base et de 10 pieds (3 mètres) à son sommet. Mais ce n'est pas tout : à cause de la nature peu résistante du terrain (sable et alluvions du lac), on a été obligé de donner à cette tour des fondations de 54 pieds (16^m,40) de profondeur, formées d'un pilotis de 19 pieds (5^m,70), sur lequel s'appuie une nouvelle maçonnerie haute de 35 pieds (10^m,60).

La coupole qui abrite l'équatorial a la forme d'un tambour cylindrique de 32 pieds (9^m,75) de diamètre, surmonté par un toit sphérique très-légèrement courbé; malheureusement, cette œuvre difficile a été confiée à un mécanicien de Chicago, tout à fait inexpérimenté dans ce genre de travail et qui l'exécuta sans aucun conseil étranger. Aussi les trappes de la coupole n'ont-elles jamais pu s'ouvrir et la coupole elle même a-t-elle fini par ne

plus pouvoir tourner, et par conséquent l'instrument n'a-t-il jamais servi.

Dès son arrivée, M. Safford fit acheter un instrument méridien qui fut installé, en septembre 1868, dans une cabane en bois, au milieu du jardin de l'Université. C'est un cercle méridien de Repsold et fils de Hambourg, dont l'objectif a 6 $\frac{1}{2}$ pouces ($0^m,165$) d'ouverture et qui a coûté 10 000 dollars (50 000 francs); il ne possède qu'un cercle divisé, de 40 pouces (1 mètre) de diamètre, sur lequel on fait les lectures au moyen de quatre microscopes fixés à un second cercle indépendant du premier. Il faut donc, quand on retourne l'instrument, transporter le cercle des microscopes d'un pilier à l'autre, opération qui allonge beaucoup la durée d'un retournement (il exige plus d'une heure). Ce cercle méridien n'a ni collimateurs, ni mire méridienne. Depuis le mois de novembre 1868, M. Safford consacre tout son temps à l'observation des étoiles de la zone $+35^\circ$ à $+40^\circ$ de déclinaison nord pour le catalogue de la Société astronomique allemande. Les observations, commencées par la méthode de l'œil et de l'oreille et au chronomètre (à l'origine l'Observatoire n'avait point de pendule), se font aujourd'hui par l'enregistrement électrique tout aussi bien pour les différences d'ascension droite que pour les différences de déclinaison.

L'observation des ascensions droites se fait au moyen de 25 fils verticaux partagés en cinq groupes de 5 fils, dont quatre sont symétriques par rapport au milieu du champ; le micromètre possède, en outre, 2 fils mobiles pour l'observation des circompolaires et la détermination des constantes instrumentales.

Quant aux fils de déclinaison, ils sont au nombre de deux, mobiles sur un même chariot, distants d'environ une minute de temps à l'équateur et inclinés de 0°56′ sur ce grand cercle. Avec les limites peu étendues que comprend la zone observée, les astres décrivent, dans le champ de la lunette, des lignes droites sensiblement parallèles et la portion de chacune de ces lignes interceptée par les deux fils a une longueur constante, quelle que soit l'étoile. Mais le temps que met un astre à passer d'un fil à l'autre est inversement proportionnel au cosinus de sa déclinaison. Un pareil mode d'enregistrement donne donc aisément et rapidement les différences de déclinaison cherchées ([1]).

A la fin du mois de juillet 1871, 9327 observations avaient été faites, soit à peu près le tiers de l'œuvre totale. En outre, l'Observatoire s'est chargé en 1870, et moyennant une subvention annuelle de 1000 dollars (5000 francs), de donner l'heure à la ville de Chicago.

Cet établissement était donc en bonne voie quand l'immense incendie des 8 et 9 octobre 1871 vint arrêter ses progrès et interrompre ses travaux : ce n'est pas que l'Observatoire, situé à près de 10 kilomètres du centre de la ville, ait été atteint directement par le feu; mais les

---

([1]) Le micromètre est en outre muni d'un appareil spécial pour la lecture des déclinaisons : la tête de la vis de déclinaison porte un second tambour sur lequel sont, en relief, les différents chiffres imbibés d'encre grasse. Au moment de l'observation, on appuie sur un levier qui presse contre ce second tambour une bande de papier télégraphique et y marque l'empreinte correspondante. Un mécanisme analogue imprime le nombre entier de tours de la vis.

pertes énormes subies par les plus riches habitants de la ville les obligèrent à suspendre toutes les subventions qu'ils faisaient à l'Université et à son Observatoire. M. Safford, privé de tout traitement, se vit forcer de donner, dans un certain nombre de villes, des conférences d'Astronomie et plus tard de s'employer au service de la triangulation des États-Unis.

Cependant, avec la prospérité qui commence à renaître, cette situation va changer. On vient (mars 1875) de dresser le plan d'une nouvelle coupole semblable à celle du grand équatorial de Greenwich et d'ouvrir une souscription nouvelle à l'effet de réunir les fonds nécessaires pour faire cette reconstruction et garantir les traitements de l'observateur et de ses assistants.

X.

OBSERVATOIRE DE L'UNIVERSITÉ D'ALFRED CENTRE.

Cet établissement, dû à l'initiative de M. W.-A. Rogers, alors professeur de sciences physiques et naturelles à l'Université, fut construit en 1863 sous sa direction et dans le but d'exercer les étudiants à la pratique de l'Astronomie. L'outillage de cet Observatoire est donc excessivement restreint, et, quoique le bâtiment renferme une salle pour un instrument dans le premier vertical, l'établissement ne possède actuellement qu'un équatorial de H. Fitz, de 9 pouces ($0^m,23$) d'ouverture, avec 10 pieds environ ($2^m,90$) de foyer, et un cercle méridien de W.-J. Young, ayant 3,5 pouces ($0^m,08$) d'ouverture, 4,4 pieds ($1^m,36$) de foyer. L'Observatoire n'a d'ailleurs

point de pendule; l'heure y est donnée par un chronomètre de temps sidéral.

M. W.-A. Rogers croyait évidemment pouvoir utiliser ces instruments pour des observations sérieuses; mais les travaux de sa charge l'absorbaient trop. Aussi quitta-t-il bientôt l'Université pour devenir assistant de M. Winlock, à Cambridge. Son successeur, M. H.-C. Coon, n'a pas, lui non plus, pu jusqu'ici commencer des travaux astronomiques réels.

XI.

OBSERVATOIRE SAYRE, UNIVERSITÉ LEHIGH (SOUTH BETHLEHEM, PENSYLVANIE).

Vers la fin de 1868, M. Sayre, un des *Trustees* de l'Université Lehigh, fit bâtir à ses frais, dans le parc de l'Université, un petit Observatoire bien plus spécialement destiné, lui aussi, à l'instruction des élèves qu'à des recherches réelles, et auquel il donna les instruments suivants :

Un équatorial d'Alvan Clark, de 6 pouces ($0^m,25$) d'ouverture et 8 pieds ($2^m,45$) de foyer;

Une lunette zénithale de Blunt, une petite lunette méridienne de Stackpole, un sextant prismatique de Pistor et Martins et une horloge astronomique de Bond.

Cet Observatoire n'a publié jusqu'ici aucune observation.

CHAPITRE VI.

OBSERVATOIRE PRIVÉS.

I.

OBSERVATOIRE DE M. SHARON (DERBY, PRÈS DE PHILADELPHIE).

En 1845, M. Sharon fit installer, sur la terrasse de sa maison de campagne de Derby, un petit Observatoire renfermant : un équatorial de Merz et Mahler, dont l'objectif a 6,3 pouces ($0^m,16$) d'ouverture et 9 pieds ($2^m,75$) de foyer, muni d'un mouvement d'horlogerie, mais sans micromètre; un cercle méridien des mêmes constructeurs, dont l'objectif a $3\frac{1}{4}$ pouces (0,10) d'ouverture et 4 pieds ($1^m,20$) de foyer, et enfin une pendule à compensation de mercure, due à Gropengiesser, de Philadelphie.

L'établissement et ses instruments ont coûté en tout 4000 dollars (20 000 francs); on y a observé des éclipses, des occultations et d'autres phénomènes célestes remarquables.

II.

OBSERVATOIRE DES AMIS (PHILADELPHIE).

Cet Observatoire, fondé en 1846, possède : un équatorial fait par W.-J. Young, de Philadelphie, dont l'objectif, dû à Fitz, a 5 pouces ($0^m,12$) d'ouverture ; une lunette méridienne de 20 pouces ($0^m,50$) de foyer ; un chercheur de comètes de 3 pouces ($0^m,08$) d'ouverture, et une pendule à mercure de Gropengiesser.

M. Fisher Longstreth, premier et seul directeur de l'établissement, s'est occupé principalement d'observations d'éclipses et d'occultations. Il a en outre calculé des Tables de la Lune estimées de l'autre côté de l'Océan.

III.

OBSERVATOIRE DE M. VAN ARSDALE (NEWARK, NEW JERSEY).

Le seul instrument de cet Observatoire est une lunette due à H. Fitz, de 6 $\frac{1}{2}$ pouces ($0^m,16$) d'ouverture et 8 pieds ($2^m,43$) de foyer, qui a été montée équatorialement et munie d'un mouvement d'horlogerie par Phelps et Gurley.

M. Van Arsdale s'en est servi bien plutôt comme amateur que comme astronome. Néanmoins il a été assez heureux, en balayant ainsi le ciel, pour trouver deux comètes (comète I, 1854 ; comète IV, 1854) : mais une seule d'entre elles, la première, a conservé son nom ;

l'autre avait été aperçue en Europe quelques jours avant qu'il l'eût trouvée lui-même.

IV.

OBSERVATOIRE DE M. W.-S. VAN DUZÉE (BUFFALO).

Érigé en 1851, cet établissement fut mieux outillé que le précédent, quoiqu'on n'y ait jamais observé sérieusement, du moins à notre connaissance.

Il possédait alors : un équatorial de H. Fitz, dont la lunette a 9 pouces ($0^m,23$) d'ouverture et 11 pieds ($3^m,34$) de foyer; une petite lunette méridienne de 2 pouces ($0^m,05$) d'ouverture et 33 pouces ($0^m,84$) de foyer; une pendule à compensation de mercure.

V.

OBSERVATOIRE DE M. CAMPBELL (NEW-YORK).

En 1852, M. Campbell fit installer sur la terrasse qui sert de toit à sa maison un bel équatorial de H. Fitz, muni d'un mouvement d'horlogerie, et dont la lunette a 8 pouces ($0^m,20$) d'ouverture et 10 $\frac{1}{2}$ pouces ($3^m,19$) de foyer.

Il a servi à quelques observations intéressantes, entre autres l'observation daguerréotypique de l'éclipse du 26 mai 1854 : M. Campbell en a obtenu 28 épreuves, de 2 pouces ($0^m,05$) de diamètre, très-nettes et très-bien terminées.

Nous ne connaissons aucune observation qui ait été faite depuis.

VI.

OBSERVATOIRE DUDLEY (ALBANY, NEW-YORK).

Les premiers efforts faits en vue de la création d'un Observatoire à Albany remontent à l'année 1851 ; à cette époque, en effet, quelques habitants d'Albany, parmi lesquels il faut surtout citer le Dr J.-H. Armsby, écrivirent à O.-K. Mitchel, de Cincinnati, pour lui faire part de leur désir et lui demander son concours. Au reçu de la réponse de ce savant astronome, une souscription fut ouverte, qui produisit rapidement 25 000 dollars (125 000 fr.) dont 12000 dollars (60 000 francs) avaient été donnés par Mme Ve Dudley.

En outre, le général Stephen van Rensselaer faisait don du terrain sur lequel devait s'élever le futur établissement (3 ½ hectares). Les constructions, faites sur les plans de O.-K. Mitchel, furent terminées en 1854 ; mais elles avaient absorbé presque toute la somme recueillie autrefois. Aussi une nouvelle souscription fut-elle ouverte pour l'achat des instruments. Mme Dudley fit une nouvelle donation de 13 000 dollars (65 000 francs) ; Thomas-W. Olcott fit les frais du cercle méridien qui porte son nom (10 000 dollars) ; George-W. Blunt donna une pendule astronomique, etc. Enfin l'Observatoire fut inauguré le 28 août 1856, à la réunion de l'Association américaine pour l'avancement des sciences. A cette occasion, Mme Dudley fit encore une donation de 50 000 dollars (250 000 francs) destinée à former un fonds de réserve, dont les revenus serviraient à l'entretien de l'éta-

blissement. Plus tard, par testament, Mme Dudley augmenta le fonds de réserve d'une nouvelle somme de 30 000 dollars (150 000 francs).

L'ensemble des donations faites à l'Observatoire Dudley, depuis sa fondation jusqu'à l'époque actuelle, se monte à plus de 200 000 dollars (un million de francs) sur lesquels madame Dudley a donné 105 000 dollars (525 000 francs). Elle en est donc le véritable fondateur; aussi, dès l'origine, les curateurs de l'établissement lui ont-ils donné son nom (1).

Le premier directeur de l'Observatoire fut M. B.-A. Gould qui n'occupa ce poste que fort peu de temps. Pendant son séjour, le Dr C.-H.-F. Peters y découvrit une comète (25 juillet, IV, 1857) et M. George Searle une petite planète (Pandore, 10 septembre 1858). A la suite de dissentiments survenus entre lui et le conseil des *Trustees,* M. Gould quitta la direction, qui fut alors confiée à Mitchel avec M. Brunnow comme codirecteur. Ce dernier vint en effet s'établir à Albany; il y resta lui même fort peu. Aussi la véritable vie astronomique de l'Observatoire Dudley ne commence-t-elle réellement qu'en 1862, avec M. G.-W. Hough.

Situé au nord-est de la ville d'Albany, au sommet d'une

---

(1) Les noms des principaux donateurs sont inscrits sur des plaques de marbre dans le vestibule de l'Observatoire, et, en face de la porte d'entrée, se trouve un beau buste en marbre de C.-E. Dudley, avec cette inscription :

CHARLES E. DUDLEY,
BY BLANDINA, HIS WIFE,
DEDICATED TO ASTRONOMY.

colline haute d'environ 150 pieds au-dessus de la rivière Hudson, l'Observatoire Dudley se compose d'un bâtiment central abritant l'équatorial, flanqué à l'est et à l'ouest de deux ailes contenant les instruments méridiens et donnant accès au nord dans la bibliothèque, les salles de calcul et la chambre du chronographe.

L'équatorial, placé sous une coupole cylindrique terminée par un toit conique à angle très-ouvert, est dû à Henry Fitz, de New-York; il a 13 pouces ($0^m,33$) d'ouverture libre et 15 pieds 2 pouces (4 mètres) de foyer; sa monture et son installation ressemblent beaucoup à celles de l'équatorial de Cincinnati.

Le cercle méridien d'Olcott, installé dans l'aile orientale, provient de la maison Pistor et Martins, de Berlin. Sa lunette a 8 pouces ($0^m,20$) d'ouverture libre et 10 pieds (3 mètres) de foyer; les cercles, divisés sur argent et qui ont 36 pouces ($0^m,91$) de diamètre, donnent directement les minutes d'arc; les secondes et fractions de seconde y sont données par quatre microscopes.

Dans l'aile occidentale est installé un instrument des passages dû aux mêmes constructeurs, dont la lunette a 8 pieds ($2^m,43$) de foyer et 6,4 pouces ($0^m,16$) d'ouverture libre.

Ces deux instruments sont d'ailleurs retournables, munis de mires méridiennes distantes d'un peu plus de 6 milles, de collimateurs, de niveaux et d'un bain de mercure pour la détermination du nadir et les observations par réflexion.

A ces instruments il faut ajouter un chercheur de comètes d'Alvan Clark, ayant 1 mètre de foyer et 10 centimètres d'ouverture libre; un chronographe de O. Mit-

chel et plusieurs pendules astronomiques. Cet outillage est, on le voit, remarquable.

Mais ce qui caractérise surtout l'Observatoire Dudley, c'est le procédé d'observation que M. Hough y a mis en pratique; non-seulement, comme dans toute l'Amérique, les ascensions droites des astres y sont enregistrées électriquement, mais il en est de même ici pour les déclinaisons. Ce résultat est obtenu à l'aide de la *Machine à Cataloguer et à enregistrer les étoiles* (Machine for cataloging and charting stars) construite par Fasoldt (d'Albany) sur les indications de M. Hough.

Au-dessus d'un cylindre, de $0^m,15$ de longueur et de $0^m,25$ de diamètre, auquel un mouvement d'horlogerie fait faire de l'ouest à l'est une révolution complète en une heure autour d'un axe horizontal, est une aiguille d'acier verticale, commandée par un électro-aimant et qui, au moyen de guides convenables, peut se mouvoir parallèlement à elle-même du nord au sud. Dans ce mouvement, l'aiguille ne fait d'ailleurs que suivre, en l'amplifiant, les mouvements de rotation de l'axe du cercle méridien quand ce dernier passe d'une position à une autre; en effet, l'axe du cercle porte un long bras, qui lui est perpendiculaire et qui, au moyen de leviers et d'amplificateurs convenables, est relié à l'aiguille dont nous venons de parler.

Cela posé, lorsque la lunette se déplace en distance zénithale, l'aiguille parcourt, suivant l'axe du cylindre, des longueurs proportionnelles aux déplacements angulaires de la lunette : dès que l'astre à observer est sur la croisée des fils du réticule, l'observateur donne un top et l'aiguille marque sur le cylindre tournant un trait qui donne la position de l'étoile.

La précision d'un pareil mode d'observation dépend de la régularité du mouvement d'horlogerie qui fait mouvoir le cylindre, de la vitesse qu'il lui imprime et enfin de l'étendue des déplacements de l'aiguille. La machine à cataloguer de Dudley donnait primitivement les positions des astres au $\frac{1}{10}$ de minute d'arc [1] : c'était insuffisant, et depuis M. Hough a modifié son appareil de façon à lui faire donner directement la seconde et permettre d'apprécier le $\frac{1}{10}$ de seconde.

La machine de M. Hough enregistre d'ailleurs aussi la grandeur de chaque étoile observée ; on obtient ce résultat au moyen de papiers à décalquer diversement colorés (*Duplicating impressions paper*) que l'observateur peut introduire à volonté entre l'aiguille écrivante et la feuille de papier ordinaire collée sur le cylindre ; au moment où l'aiguille appuie sur le cylindre, elle presse le papier préparé contre l'autre : il en résulte sur ce dernier un point diversement coloré suivant qu'on a introduit tel ou tel de ces papiers préparés.

Avant d'avoir cette machine imprimante, on se servait, pour observer les déclinaisons, d'un appareil dû à O.-K. Mitchel et qu'il a appelé le *déclinomètre :* la machine imprimante n'en est d'ailleurs qu'une modification ingénieuse. Le grand bras, que porte l'axe de rotation du cercle, au lieu d'être relié à l'aiguille écrivante, est articulé avec une longue tige de laiton qui lui est perpendiculaire, et qui est articulée elle-même avec l'axe de rotation d'une petite lunette mobile autour d'un axe horizontal. Les dé-

---

(1) *Annals of the Dudley Observatory*, t. I, p. 56 et suivantes.

placements angulaires de cette lunette sont ainsi proportionnels à ceux de la lunette du cercle méridien. On les lit sur une échelle verticale, divisée en secondes d'arc et fixée contre le pilier du collimateur nord, à une distance de $4^{m},50$ du centre de la petite lunette (1).

Les travaux astronomiques de M. Hough ne sont d'ailleurs point sans importance.

Outre un assez grand nombre de zones équatoriales donnant les étoiles jusqu'à la 14e grandeur, faites avec la machine imprimante et le déclinomètre (2), il a fait de nombreuses observations de petites planètes au méridien, ainsi qu'une série de déterminations de la planète Mars lors de son opposition de 1862. De plus, l'Observatoire transmet chaque jour l'heure à l'Hôtel de ville d'Albany, ainsi qu'aux lignes de chemin de fer d'Albany jusqu'à Buffalo à l'ouest et jusqu'à New-York au sud.

L'attention de M. Hough s'est aussi portée vers l'étude des phénomènes météorologiques; dès 1865 il avait fait construire un baromètre enregistreur, *Automatic registering and printing barometer*, que le général A.-J. Myer, directeur du *Signal service*, déclarait récemment être encore le meilleur et le plus précis; depuis son installation, il a été constamment observé et n'a cessé de donner

---

(1) Autre détail intéressant : tous les calculs de l'Observatoire se font avec une machine à calcul de George Scheutz (de Stockholm), offerte par M. Rathbone d'Albany, et mise en mouvement par un petit moulin à eau installé dans le jardin. (*Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft*, t. VIII, 4e Partie).

(2) Elles seront publiées dans le tome III des *Annales de l'Observatoire Dudley*.

d'excellents résultats ([1]). Ce baromètre, qui a été adopté par le *Signal service* pour un certain nombre de ses stations, donne, pour chaque jour et en chiffres, les hauteurs maxima et minima; pour chaque quinzaine la courbe continue du baromètre pendant cet intervalle; enfin il imprime sur des feuilles spéciales les hauteurs barométriques d'heure en heure.

Depuis, M. Hough a installé à Dudley une série complète d'instruments météorologiques enregistreurs, thermomètre, psychromètre, anémomètre et girouette.

En 1872, le Dr Armsby, qui avait eu l'initiative de la création de l'Observatoire Dudley, réussit à convaincre ses concitoyens de l'avantage qu'il y aurait pour tous à ce qu'on pût y étudier le magnétisme terrestre, l'analyse spectrale et la photographie céleste. Une souscription nouvelle fut ouverte à cet effet, qui produisit 20000 dollars (100000 francs) ([2]), et l'on commença la construction des pavillons destinés à ces différentes observations; mais cette construction n'a point été terminée. Par suite de difficultés financières, M. Hough dut quitter l'Observatoire au commencement de l'année 1874. Celui-ci fut alors à peu près abandonné; seuls les employés du *Signal service* y font les observations météorologiques quotidiennes et donnent l'heure à la ville et aux lignes de chemin de fer. Depuis, des négociations ont été entreprises avec le *Schenectady College*, pour lui donner la propriété de l'Observatoire, avec la charge d'y entretenir les

---

([1]) *Voir*, à ce sujet, *Annals of the Dudley Observatory*, t. I et II.

([2]) M. Olcott, dont nous avons déjà parlé, donna 25000 francs.

observateurs nécessaires au service des instruments; nous ne savons si ces négociations ont abouti [1].

VII.

OBSERVATOIRE DE M. BURNHAM (CHICAGO).

Installé tout récemment (1871), cet Observatoire est aussi remarquable par la modicité des moyens mis en œuvre que par les résultats déjà obtenus; il appartient à un journaliste de Chicago, M. S.-W. Burnham. Un seul instrument, une lunette de 6 pouces (0^m, 15) d'ouverture installée dans le jardin de sa demeure, tel est tout l'outillage de l'Observatoire.

Cet instrument, porté par un fort madrier enfoncé solidement dans le sol, est abrité par une cabane en bois, de forme cylindrique, que surmonte un toit horizontal. Son objectif, l'un des meilleurs qui soient sortis de la maison Clark, sépare nettement des étoiles distantes de 0″,8 et même 0″,7; le grossissement employé d'ordinaire est 200, par les belles nuits on va quelquefois jusqu'à 400.

Rien n'est plus simple et plus ingénieux que la façon dont M. Burnham emploie son équatorial; il n'a pas de

---

(1) Les instruments à peu près délaissés s'abîment de plus en plus. L'un de nous a trouvé l'objectif de l'équatorial (0^m, 33), qui, d'ailleurs, n'a jamais été complétement terminé, tout couvert de raies et exposé sans bonnette aux injures de l'air. C'est maintenant un objectif à refaire.

mouvement d'horlogerie, mais il obtient à peu près le même résultat par le procédé suivant : l'axe horaire a pour moteur un poids cylindrique en plomb qui repose sur la surface libre du sable que contient un long tube métallique vertical, percé à sa partie inférieure d'un orifice muni d'un robinet : suivant que celui-ci est plus ou moins ouvert, le sable s'écoule plus ou moins rapidement; le poids, qui suit son mouvement descend plus ou moins vite, mais toujours avec une vitesse sensiblement constante pendant un certain temps.

On conçoit qu'après avoir rendu d'abord le mouvement de l'axe horaire suffisamment uniforme pour permettre l'étude physique de l'astre ou du système que l'on veut observer, on puisse ensuite, en changeant un peu la vitesse d'écoulement, faire que la lunette suive presque rigoureusement l'astre pendant le temps nécessaire aux mesures.

M. Burnham n'a d'ailleurs point de pendule véritable; il lit directement l'heure sur le cercle horaire de l'instrument (¹) au moyen de son vernier qui, au lieu d'être fixe, est complétement indépendant du cercle et qui, commandé par un mouvement d'horlogerie assez grossier réglé sensiblement sur le temps sidéral, peut faire un tour entier autour de son centre. Lorsque, après avoir observé une étoile, on veut avoir son ascension droite, on fait la lecture du cercle horaire; puis, dirigeant l'instrument sur une belle étoile, on lit de nouveau le cercle horaire. La différence de ces deux lectures donne la différence des ascensions droite des deux astres, différence qui, combi-

---

(¹) Ce cercle donne directement la minute de temps.

née avec l'ascension droite de la belle étoile tirée des Éphémérides, donne celle de l'étoile observée.

Le chemin parcouru par le vernier sur le cercle, dans l'intervalle de deux observations, l'instrument restant alors immobile, n'est d'ailleurs autre chose que le temps même qui s'est éconlé.

M. Burnham s'est consacré d'abord entièrement à la révision des anciens catalogues d'étoiles doubles et à la recherche et l'étude des systèmes multiples nouveaux : il a déjà publié dans les comptes rendus de la Société royale astronomique de Londres cinq Catalogues, comprenant trois cents systèmes doubles nouveaux. Actuellement, ce laborieux astronome s'occupe de la révision du catalogue d'étoiles rouges de Schjellerup (1).

---

(1) *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society of London*, t. XXXIII, XXXIV, XXXV et XXXVI.

CHAPITRE VII.

OBSERVATOIRES PHOTOGRAPHIQUES.

I.

OBSERVATOIRE DE M. L.-M. RUTHERFURD (NEW-YORK).

L'Observatoire de M. Rutherfurd tient certainement aujourd'hui le premier rang parmi tous ceux qui s'occupent de Photographie astronomique. Tandis que, dans la plupart d'entre eux, on se borne à des recherches en quelque sorte qualitatives, telles que la photographie de la Lune, celle du Soleil, de ses taches et même de ses protubérances, M. Rutherfurd a essayé le premier, et avec un succès remarquable, d'appliquer la Photographie aux mesures de précision, par exemple à la détermination des positions relatives des différentes étoiles qui composent un même groupe stellaire.

L'Observatoire est établi dans le jardin attenant à la maison qu'habite M. Rutherfurd, à l'intérieur même de la ville de New-York, mais dans un quartier suffisamment tranquille et assez peu éclairé la nuit pour que l'illumination

du ciel ne puisse pas être une gêne pour les travaux. Il contenait primitivement comme instruments : 1° un équatorial de 9 pouces ($0^m,23$) d'ouverture et de 9 $\frac{1}{2}$ pieds ($2^m,90$) de foyer ; l'objectif avait été travaillé par Fitz, de New-York, et la monture, due à MM. Gregg et Rupp, également de New-York, était copiée sur celle de l'équatorial de Dorpat ; 2° une lunette méridienne de Simms, de $0^m,075$ d'ouverture et de $1^m,22$ de longueur focale ; 3° un altazimut de Simms, de $0^m,05$ d'ouverture et $0^m,61$ de longueur focale, dont les cercles, de $0^m,27$ de diamètre, étaient gradués en 5 minutes et donnaient, avec leurs microscopes, la seconde d'arc. Ces deux derniers instruments appartenaient au Collége Columbia, de New-York. C'est dans cet état que l'Observatoire de M. Rutherfurd fut employé, dans l'été de 1848, par le *Coast Survey* pour déterminer, par le télégraphe, la différence de longitude de New-York et de Cambridge.

Depuis, lorsque M. Rutherfurd entreprit d'aborder la Photographie astronomique, il conserva la lunette méridienne, utile pour déterminer l'heure, mais installa, au lieu du cercle altazimutal, un laboratoire photographique et remplaça l'équatorial de 9 pouces par un instrument beaucoup plus puissant.

Son nouvel équatorial a 13 pouces ($0^m,33$) d'ouverture. Comme il était spécialement destiné à obtenir des photographies, l'objectif devait être achromatisé, non pour la lumière ordinaire, mais pour les rayons photogéniques ; parmi tous les procédés qui permettent de réaliser cette condition, deux ont paru d'abord les meilleurs. Le premier consiste à fabriquer l'objectif comme de coutume, avec deux lentilles de flint et de crown-glass, mais à

calculer les courbures de ces lentilles de manière à réaliser l'achromatisme pour les rayons bleus et violets, les seuls importants en Photographie; ce procédé excellent offre un léger inconvénient, c'est que l'équatorial n'est plus aussi propre aux observations directes, car il n'est pas achromatique pour les rayons ordinaires ([1]); aussi M. Rutherfurd a-t-il adopté un autre procédé, dont il est l'inventeur. On commence par construire un objectif ordinaire à deux lentilles et achromatique pour l'œil; puis on ajoute à l'extérieur, contre le crown, une troisième lentille de densité et de courbure telles que le système des trois lentilles soit maintenant achromatique pour les rayons chimiques; avec les deux premières lentilles seules, on a un objectif convenant à l'observation directe, et avec les trois un instrument approprié à la Photographie, à la condition toutefois de rentrer convenablement le coulant du tube de la lunette, car l'adjonction de la troisième lentille raccourcit notablement le foyer ([2]). D'ailleurs les images obtenues directement au foyer de l'objectif étant un peu trop petites, ce qui rendrait les mesures incertaines, on les agrandit généralement cinq fois au moyen d'une lentille achromatique, étudiée avec le plus grand soin et que l'on a reconnue ne pas déformer les

---

([1]) C'est sur ces principes qu'a été exécuté l'objectif photographique fait, sous la direction de M. Rutherfurd, pour l'Observatoire de Cordoba.

([2]) Ce procédé vient tout récemment d'être adopté par M. Langley, à l'Observatoire d'Allegheny, pour l'étude photographique du Soleil (*voir* p. 125). Il fait actuellement tailler la troisième lentille qui lui permettra de transformer à volonté son bel équatorial de 13 pouces en instrument photographique.

images. Tel est le procédé dont s'est servi M. Rutherfurd pour obtenir ces magnifiques photographies de la Lune que tout le monde connaît aujourd'hui, et que l'on a rarement égalées, même avec des appareils beaucoup plus puissants.

Une fois les qualités de son instrument reconnues, M. Rutherfurd l'a utilisé pour l'étude des principaux groupes d'étoiles où l'on a pu constater des mouvements propres. La photographie se fait alors de la manière suivante : l'appareil étant dirigé vers le groupe que l'on étudie, et mis en marche de façon à suivre rigoureusement le mouvement diurne, on fait une première épreuve au collodion humide; la durée de pose, variable nécessairement avec les conditions atmosphériques, dépasse rarement quatre minutes et suffit pour que les étoiles de 10e grandeur donnent une image. Comme, dans le développement de la photographie, il pourrait se produire des points noirs qui seraient ensuite confondus avec les étoiles, on recommence une deuxième épreuve sur la même plaque, après l'avoir fait mouvoir d'environ un millimètre : de la sorte, toutes les étoiles sont représentées deux fois par deux points distants d'une quantité constante, ce qui rend toute erreur impossible. Reste à déterminer une quantité indispensable, la *valeur angulaire* de l'instrument, c'est-à-dire le nombre de secondes d'arc que représente un millimètre mesuré sur l'épreuve photographique. M. Rutherfurd a remarqué que, si l'on arrête le mouvement d'horlogerie de l'équatorial et qu'on laisse les images des étoiles traverser la plaque sensible, toutes celles qui ont une grandeur supérieure à la 4e ou même à la 5e sont assez lumineuses pour laisser une trace con-

tinue. Pour avoir la valeur angulaire de l'instrument, il suffit de mesurer la longueur de la petite ligne noire tracée par chaque étoile, par exemple, pendant une minute, car on sait quel arc l'astre a parcouru pendant cet intervalle de temps. Cette manœuvre est répétée sur chaque photographie, afin qu'il n'y ait plus tard aucune hésitation dans les mesures.

On peut de la sorte obtenir, en une belle nuit, huit ou dix épreuves d'un même groupe et en avoir par suite la carte exacte, résultat qui exigerait souvent plus d'une année par l'observation directe. M. Rutherfurd a déjà obtenu ainsi les cartes des Pléiades, du groupe de Præsepe, de celui de Persée, et des étoiles qui avoisinent la 61e du Cygne, la première dont le mouvement propre ait été mesuré exactement par Bessel. La photographie des Pléiades ne comprend pas moins de 75 étoiles (1).

Pour dresser un catalogue du groupe que l'on étudie, il faut ensuite mesurer les distances relatives de toutes les étoiles. Cette opération est faite à loisir sur les épreuves par deux assistants ou, pour être plus exact, par deux assistantes, puisque ce sont des dames que M. Rutherfurd a chargées de ce soin. L'appareil de mesures, construit sur les plans de M. Rutherfurd, est d'une simplicité et d'une exactitude remarquables (2), et se distingue de ceux que l'on emploie d'habitude par l'absence de toute vis micrométrique, sauf, bien entendu, celles des micromètres des microscopes.

---

(1) Les déterminations de Bessel ne portaient que sur 53 étoiles.

(2) Cet appareil a été adopté par la Commission américaine du passage de Vénus.

La plaque photographique est fixée sur un cercle divisé horizontal et éclairée par-dessous. Au-dessus est un système de deux rails fixes, sur lesquels peut glisser un chariot qui porte deux microscopes grossissant 50 fois : l'un, au centre, vise sur la photographie et possède simplement deux fils croisés; l'autre, muni d'un micromètre à fils, permet de pointer sur une règle divisée en verre, attachée à poste fixe à côté des rails. Pour mesurer la distance de deux étoiles, on dispose la photographie de façon que la ligne qui les joint coïncide avec celle que décrit le point de croisement des fils du premier microscope quand on fait glisser le chariot sur les rails; on amène alors le premier microscope successivement sur les deux étoiles, et avec le second on lit sur l'échelle fixe les divisions entières correspondantes, tandis que les fractions d'une division de l'échelle s'évaluent avec le micromètre du second microscope. La différence des deux lectures donne la distance cherchée, avec une exactitude qui dépend du soin avec lequel l'échelle fixe de verre a été faite et étudiée. La pratique a montré que l'on pouvait répondre par ce procédé de $\frac{1}{500}$ de millimètre.

Les mesures des groupes d'étoiles que nous avons signalés plus haut étaient poussées activement en mars 1875, et il est probable que les Cartes et Catalogues seront prochainement publiés.

Indépendamment de ces recherches, on doit à M. Rutherfurd quelques travaux intéressants de spectroscopie. Il a publié une photographie remarquable du spectre solaire obtenu au moyen de prismes, et a ensuite utilisé le grand pouvoir éclairant de son équatorial pour étudier les spectres des étoiles. Le premier il a reconnu les différences

notables que peuvent présenter ces spectres, d'une étoile à l'autre ; son examen n'a pas été assez prolongé pour lui permettre de dresser un Catalogue de toutes les étoiles en les rangeant par types, mais ce n'en est pas moins à lui qu'il faut rapporter cette découverte des types des spectres des étoiles.

Il est impossible de terminer la description de l'observatoire de M. Rutherfurd sans rappeler un autre genre de travaux dans lequel il excelle également, nous voulons parler de la fabrication des *réseaux de diffraction*. Les réseaux de M. Rutherfurd contiennent généralement 255 traits par millimètre (¹) et sont faits soit sur verre, soit sur métal des miroirs.

Ces réseaux sont particulièrement utiles pour l'étude des protubérances solaires, car la partie rouge du spectre solaire est beaucoup plus dilatée quand on l'obtient au moyen de réseaux que lorsqu'on le forme avec des prismes. Leurs qualités optiques sont d'ailleurs remarquables et leur emploi commence à devenir général : c'est ainsi qu'aujourd'hui le P. Secchi se sert très-fréquemment pour l'étude des protubérances d'un réseau de Rutherfurd, fait sur métal des miroirs et qui montre, avec la plus grande netteté, les plus petits détails de ces belles flammes roses.

Ajoutons que M. Rutherfurd n'est pas avare de ses ri-

(¹) En mars 1875, l'un de nous a vu M. Rutherfurd chercher à faire des réseaux deux fois plus fins, ayant 510 traits par millimètre; mais il rencontrait alors de grandes difficultés, surtout à cause du temps considérable que demandait l'opération, temps pendant lequel il était impossible d'éviter de légers changements de température, et par suite des irrégularités considérables dans le tracé.

chesses et que, dans ses voyages en Europe, il distribue ses réseaux avec la plus grande générosité à tous ceux qui peuvent en tirer parti pour leurs recherches.

II

OBSERVATOIRE DE M. H. DRAPER, A HASTINGS UPON HUDSON (NEW-YORK).

On sait que J.-W. Draper est un des premiers savants qui se soient occupés de l'action de la lumière sur les sels métalliques. Ses recherches photochimiques sur le chlorure et le bromure d'argent avaient été publiées dès 1837 (1); et aussitôt que Daguerre eut fait connaître l'admirable procédé qui porte son nom (19 août 1839), J.-W. Draper fut un des premiers, sinon le premier, à l'employer pour obtenir des portraits (2). Depuis, il obtint également des photographies de spectres d'interférence, et y reconnut l'existence des groupes de raies M, N, O, P, dans la partie ultra-violette invisible à l'œil (3); il se livra aussi à d'importants travaux sur la structure des flammes contenant différents corps simples. C'est lui enfin qui obtint le premier une image daguerréotypique de la Lune; cette image fut présentée le 23 mars 1840 au lycée des Sciences naturelles de New-York (4) : elle avait

(1) *Journal of the Franklin Institute* (1837).
(2) *Philosophical Magazine*, juin 1840.
(3) *Philosophical Magazine*, mai 1843.
(4) *Philosophical Magazine*, septembre 1840.

environ 1 pouce ($2^c,5$) de diamètre et avait été formée, après vingt minutes de pose, au moyen d'un objectif de 3 pouces mû par un héliostat. M. Henry Draper, fils de J.-W. Draper, a donc été, dès son enfance, nourri pour ainsi dire dans la Photographie ; et, au retour d'un voyage qu'il fit en Europe en 1857, voyage pendant lequel il eut l'occasion d'admirer le grand télescope de lord Rosse, il se décida à entreprendre la construction d'un miroir, plus grand que tous ceux qui existaient en Amérique et qui serait spécialement destiné à la Photographie sidérale. Les événements de la guerre de sécession retardèrent la construction de ce télescope, qui fut terminé et monté pendant l'hiver de 1862-1863.

Ce miroir est en verre argenté et a $15\frac{1}{2}$ pouces ($0^m,39$) de diamètre avec $3^m,80$ de longueur focale. Il a été fabriqué par M. Draper lui-même au moyen de machines analogues à celles de lord Rosse et de Lassell, mais plus simples, et dans lesquelles l'auteur a tenté de remédier aussi complétement que possible aux inconvénients qu'avaient rencontrés ses prédécesseurs ([1]). La forme de la surface est celle d'un paraboloïde de révolution, obtenu et essayé par lui avec soin au moyen des procédés de Foucault ; ce travail, qui est dû à M. Draper, ferait honneur à un opticien de profession.

Les qualités optiques du miroir sont en effet excellentes et telles, qu'il semble difficile d'obtenir beaucoup mieux avec une ouverture de 39 centimètres. Il supporte parfaitement un grossissement de 1000 fois ; il sépare net-

---

([1]) *Voir l'Astronomie pratique et les Observatoires*, IIe Partie, p. 42 et suiv.

tement γ^2 d'Andromède et montre d'une façon remarquable les couleurs des composantes; il montre également bien le compagnon de Sirius et la sixième composante de θ d'Orion. Comme exemple de l'éclat des images, il montre cinq étoiles distinctes autour de la *Debilissima* de J. Herschel entre ε^1 et ε^2 de la Lyre; il permet d'apprécier les disques des satellites de Jupiter et d'estimer leurs grandeurs relatives; enfin ce miroir montre nettement les taches brillantes et obscures de Vénus, les irrégularités de son bord et l'affaiblissement de la lumière tout le long de la partie interne de son croissant.

Pour plus de simplicité, ce miroir, disposé en télescope newtonien, a été monté altazimutalement; sa monture offre quelques particularités intéressantes.

Le tube est mobile autour d'un axe passant très-près de l'oculaire, de façon que, quelle que soit la direction de l'instrument, la position de l'observateur est presque invariable : c'est la partie inférieure du tube, celle qui porte le miroir, qui fait tout le mouvement. Enfin, comme l'instrument était, dans la pensée de M. Draper, spécialement destiné à la Photographie, il ne possède pas de mouvement d'horlogerie, et reste fixe pendant l'observation; mais l'oculaire (ou le porte-plaque photographique) se déplace seul au moyen d'un petit moteur, de façon à suivre rigoureusement l'astre étudié pendant le temps, toujours assez court, nécessaire à la Photographie.

A l'origine, M. Draper faisait mouvoir la plaque à l'aide d'une horloge à écoulement de sable; depuis, il l'a remplacée par une clepsydre de disposition ingénieuse qui permet de faire varier à volonté la vitesse et d'obtenir un

mouvement à la fois très-régulier et très-doux, sans aucun soubresaut [1].

Le télescope de M. Draper est installé à côté de sa maison de campagne, à Hastings-sur-l'Hudson, au sommet d'une petite colline de 70 mètres, à 32 kilomètres au nord de la ville de New-York. La situation est très-belle, la vue étendue ; et, comme tout le pays est occupé par des villas et des jardins, l'air est toujours très-pur et l'on n'a pas à redouter la fumée des fabriques.

M. Draper a principalement employé son télescope à obtenir de belles photographies de la Lune et des taches du Soleil. Les images sont prises directement au foyer principal du miroir et les clichés sont ensuite agrandis au moyen de systèmes optiques où n'entrent également que des miroirs, de façon qu'on n'ait pas à se préoccuper de l'achromatisme. Quelques-unes de ces images agrandies de la Lune sont d'un très-bel effet : l'un de nous a vu, chez M. Draper, l'une de ces épreuves ayant $1^{m},50$ de diamètre ; les détails y deviennent alors un peu troubles il est vrai, mais, vue à une certaine distance, cette grande photographie est de l'aspect le plus saisissant. Quelques-unes des photographies des taches du Soleil sont également très-belles, et montrent non-seulement l'ombre et la pénombre, mais souvent des facules presque

---

[1] Consulter pour plus de détails un Mémoire de M. H. Draper « *On the construction of a silvered glass telescope* », inséré dans les « *Smithsonian contributions to knowledge* », n° 180, pour 1864. Ce Mémoire très-étendu est des plus intéressants à étudier en ce qu'il résume la grande expérience qu'a acquise M. Draper aussi bien pour la construction des miroirs que pour les dispositions mécaniques et les détails de monture d'un télescope.

invisibles à l'œil, et même l'apparence floconneuse de la surface du Soleil.

Depuis cette époque, M. Draper a construit un autre miroir parabolique en verre argenté de dimensions bien supérieures, $0^m,71$ de diamètre. Ce miroir doit être monté équatorialement en télescope Cassegrain, et, en avril 1875, M. Draper était occupé à construire lui-même un mouvement d'horlogerie qu'il espérait devoir être parfait. Si ses espérances se réalisaient, il avait alors l'intention de consacrer ce nouvel instrument à l'étude photographique des spectres des étoiles.

M. Draper a, en effet, abordé avec le plus grand succès les études spectrales. Il a commencé par publier une magnifique photographie du spectre solaire obtenue au moyen de réseaux, c'est-à-dire donnant le spectre normal [1]. Cette photographie reproduit toute la partie du spectre dont la longueur d'onde est comprise entre $0^{mm},000344$ et $0^{mm},000435$, c'est-à-dire de la raie G à la raie ultra-violette O (nomenclature de M. Mascart) [2]. Une portion agrandie représente plus particulièrement la région qui entoure la raie H, entre les longueurs d'onde $0^{mm},0003736$ et $0^{mm},0004205$. Pour donner une idée de la beauté de ces spectres, il suffit d'ajouter les détails suivants : dans la région de 4101 à 4118 des célèbres cartes d'Angström,

---

(1) Voir *On diffraction spectrum photography*, by H. Draper (*American Journal of Science and Arts*, vol. VI, décembre 1873, et *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome LXXVIII, 1874, p. 682.)

(2) MASCART, *Recherches sur le spectre solaire ultra-violet*. Paris, 1864.

il ne se trouve aucune raie indiquée, tandis que la photographie de M. Draper en montre 17 ; dans les excellentes cartes qu'a données M. Mascart du spectre obtenu avec les prismes, il n'y a que 70 raies de H à L, tandis que la photographie du spectre de diffraction en montre 138, sans compter quelques bandes obscures non résolubles. Enfin, de 3925 à 4205, la planche d'Angström ne donne que 118 raies, tandis que l'épreuve originale sur verre de M. Draper en montre 296. A cette photographie est jointe une nouvelle détermination de la longueur d'onde des raies principales.

M. Draper a d'ailleurs étudié de la même façon les spectres des corps simples, afin de pouvoir identifier les raies que l'on observe dans les étoiles et en reconnaître sûrement l'origine.

Depuis l'époque où ces recherches ont été publiées, M. Draper a reculé notablement les limites entre lesquelles étaient comprises ses premières photographies. Il a pu aller ainsi depuis B (longueur d'onde $0^{mm},0005167$) jusqu'à T ($0^{mm},0003032$). Dans ces derniers temps il a même obtenu l'image photographique du spectre entier, comprenant les raies D, C, B, *a*, A, et même les grands groupes de bandes ultra-rouges α, β et γ. Nous n'avons pas encore vu ces épreuves, et nous ne savons pas non plus quels résultats a obtenus M. Draper dans l'étude qu'il projetait des spectres stellaires.

CHAPITRE VIII.

OBSERVATOIRES EN PROJET.

Parmi les Observatoires privés dont nous avons parlé plus haut, bien peu, comme on l'a vu, sont encore en activité aujourd'hui. Mais le zèle du peuple américain pour l'Astronomie n'a point été ralenti par cet état de choses : il semble au contraire en avoir été surexcité. Le désir général paraît être aujourd'hui d'avoir des instruments plus puissants qu'aucune nation du monde et ce désir a donné naissance aux projets suivants.

I

OBSERVATOIRE DE M. MAC CORMICK (VIRGINIE).

Le premier en date est celui de M. Mac Cormick, riche entrepreneur de Chicago, qui voulut doter l'Université de l'État de Virginie du plus bel Observatoire du monde. D'après le plan dressé par le professeur J. Winlock et M. C.-A. Martin, architecte de Boston, l'établissement

devait se composer d'un long bâtiment s'étendant de l'est à l'ouest, dont la partie centrale abriterait l'équatorial, l'aile orientale servirait de logement au directeur et l'aile occidentale serait consacrée aux observations méridiennes.

Les principaux instruments de l'Observatoire devaient être un cercle méridien de Troughton et Simms semblable à celui de Cambridge, et un grand équatorial de 26,5 pouces ($0^m,67$) d'ouverture.

Mais les pertes énormes éprouvées par M. Mac Cormick dans le grand incendie de Chicago l'ont empêché jusqu'ici de réaliser ses intentions; les travaux de construction ne sont point encore commencés, et seul l'objectif de l'équatorial, qui avait été fait par Alvan Clark en même temps que celui de Washington, a été acheté et payé. M. Mac Cormick n'a d'ailleurs point abandonné son projet, et il espère pouvoir bientôt le mener à bonne fin; l'Observatoire sera probablement rattaché à l'Université de Virginie et édifié près de Charlottesville.

II.

OBSERVATOIRE DE M. WINCHESTER (NEW HAVEN, CONNECTICUT).

M. Winchester a fait pour New Haven, qui possède déjà du reste un petit Observatoire (p. 127), ce que M. Mac Cormick se propose de faire pour l'Université de Virginie. A cet effet, il a donné à cette ville une immense propriété, sise sur une hauteur voisine et dont la vente (excepté les terrains réservés au sommet pour l'Observatoire) doit servir à outiller et construire le futur établissement.

Son instrument principal sera un équatorial monstre,

le plus grand qui ait encore été construit, et qui aura 29,8 pouces ($0^m,76$) d'ouverture. M. A. Clark, à qui est commandé ce bel instrument, est déjà en possession d'un des disques de l'objectif, provenant de la maison Feil, de Paris.

III.

OBSERVATOIRE DE JAMES LICK (CALIFORNIE).

En 1875, un riche négociant de San-Francisco léguait à l'Université de l'État de Californie une somme de 700 000 dollars (3 500 000 francs) pour l'établissement d'un Observatoire qui devra être muni d'un équatorial gigantesque plus puissant que tous ceux qui ont déjà été faits et d'ouverture aussi grande que le permettent les progrès accomplis jusqu'ici en Optique. Les frais nécessités par la construction de l'Observatoire et celle de l'instrument seront évidemment loin d'atteindre le chiffre du legs (augmenté de ses intérêts depuis le 21 septembre 1875); le surplus servira de fonds de réserve dont les intérêts constitueront la dotation annuelle de l'établissement.

Les *Trustees* de la donation Lick sont déjà venus en Europe visiter les principaux constructeurs de notre continent et chercher à réaliser le mieux possible les généreuses intentions du donateur. Mais les délais imposés par la législation californienne à la prise de possession du legs ont retardé les commencements des travaux. Ce bel Observatoire sera installé sur le territoire de la Californie, soit dans la Sierra-Nevada (comté du Placer), non loin du lac Tahoe, soit à San-José, à l'extrémité sud de la baie

de San-Francisco. Il portera, comme l'a demandé Lick, le nom de *Lick Astronomical Department of the University of California.*

IV.

OBSERVATOIRE DE GLASGOW (MISSOURI).

Enfin quelques habitants de l'État du Missouri projettent de fonder à Glasgow un Observatoire qui serait rattaché au College Lewis.

Déjà un équatorial de 12 $\frac{1}{4}$ pouces ($0^m,31$) d'ouverture a été acheté dans ce but à MM. Clark. On doit, en outre, commander, soit à Repsold, de Hambourg, soit à Simms, de Londres, un cercle méridien de 6 pouces ($0^m,15$) d'ouverture : nous ignorons quelle décision a été prise à ce sujet.

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE I.

LES PREMIERS OBSERVATOIRES.

CHAPITRE II.

OBSERVATOIRE DE HARVARD COLLEGE.

CHAPITRE III.

OBSERVATOIRE NAVAL DE WASHINGTON.

CHAPITRE IV.

AUTRES OBSERVATOIRES DE L'ÉTAT.

CHAPITRE V.

OBSERVATOIRES UNIVERSITAIRES.

CHAPITRE VI.

OBSERVATOIRES PRIVÉS.

CHAPITRE VII.

OBSERVATOIRES PHOTOGRAPHIQUES.

CHAPITRE VIII.

OBSERVATOIRES EN PROJET.

PLANCHES.

FIN DE LA TROISIÈME PARTIE.

2683 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

L'ASTRONOMIE PRATIQUE

ET

LES OBSERVATOIRES.


ΑΕΙ Ο ΘΕΟΣ ΓΕΩΜΕΤΡΕΙ

L'ASTRONOMIE PRATIQUE

ET

LES OBSERVATOIRES

EN EUROPE ET EN AMÉRIQUE,

DEPUIS LE MILIEU DU XVIIe SIÈCLE JUSQU'A NOS JOURS;

PAR

C. ANDRÉ, | A. ANGOT.

QUATRIÈME PARTIE.

OBSERVATOIRES DE L'AMÉRIQUE DU SUD.

ÉTABLISSEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES DES ÉTATS-UNIS.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

—

1881

QUATRIÈME PARTIE.

OBSERVATOIRES DE L'AMÉRIQUE DU SUD.

CHAPITRE PREMIER.

OBSERVATOIRE DE SANTIAGO (Chili).

I.

EXPÉDITION DU CAPITAINE GILLISS. — OBSERVATOIRE DE SANTA-LUCIA.

L'honneur de la fondation de l'Observatoire de Santiago revient tout entier au Gouvernement des États-Unis ; c'est à ses frais que fut construit le premier observatoire de Santiago; ce sont ses astronomes qui l'installèrent, et c'est avec des instruments achetés par le Gouvernement de l'Union que s'y firent pendant longtemps les observations astronomiques. Ce fait est d'autant plus à remarquer qu'il est la première manifestation de la force d'expansion intellectuelle de la nation yankee sur le continent américain méridional.

Le lecteur se rappelle l'immense mouvement intellectuel qui, à partir de 1843, poussa les savants des États-Unis vers les études astronomiques, et décida la création de nombreux observatoires sur le territoire de l'Union.

C'est vers cette époque que fut fondé l'Observatoire de Washington. Un des promoteurs de cette institution et son second directeur, le capitaine Gilliss, fut aussi le créateur de l'Observatoire de Santiago. Voici à quelle occasion :

Dans une lettre, datée du 17 avril 1847, le Dr C.-L. Gerling, professeur à l'Université de Marbourg, recommandait à l'attention de Gilliss l'observation simultanée, dans des stations de l'un et l'autre hémisphère, de la planète Vénus à ses époques de station, comme devant donner une valeur de la parallaxe solaire plus exacte que celle que le célèbre Encke avait déduite de la discussion des observations des passages de 1761 et 1769 (1), et le priait de faire tous ses efforts pour obtenir la coopération des astronomes américains, les mieux à portée alors d'établir, dans l'hémisphère austral, une station qui pût fournir, avec les Observatoires d'Europe et celui de Washington, une base terrestre d'étendue telle que la détermination de la parallaxe fût assez précise (2).

L'idée du Dr Gerling séduisit Gilliss, qui y vit un moyen de déterminer la parallaxe solaire par des *données purement américaines ;* en outre, il désirait aussi renouveler la tentative, faite par Henderson au Cap, en 1832, pour déterminer la parallaxe solaire au moyen des obser-

---

(1) Cette lettre a été insérée dans le *U.-S. naval astronomical expedition in the Southern hemisphere, during the years* 1849-1852, vol. III, Washington, 1858. La méthode du Dr Gerling a été développée dans les *Astronomische Nachrichten*, nos 559 et 613.

(2) L'erreur probable de la parallaxe déduite est, en effet, en raison inverse de la longueur de la base terrestre adoptée.

vations de Mars en opposition (1); et comme, au 17 novembre 1849, Mars devait commencer à être dans une période d'opposition, Gilliss se proposait de combiner ces observations avec celles de Vénus à ses stations d'avril et mai 1849, et surtout de l'automne de 1850 et de l'été de 1852 (2).

Il réussit à intéresser à son idée les Sociétés savantes d'Amérique, *The American philosophical Society* et *The American Academy of Arts and Sciences,* qui recommandèrent son projet à l'attention du Gouvernement; et, le 3 août 1848, le Congrès votait une somme de 5000 dollars (25 000 francs) pour subvenir aux frais de l'expédition, somme à laquelle il ajouta, le 26 janvier 1849, un nouveau crédit de 6400 dollars (29 240 francs) en raison de l'étendue qu'avaient prise, dans l'intervalle, les travaux que Gilliss se proposait d'exécuter et des appareils nouveaux que nécessitait cette extension.

Gilliss put ainsi se procurer deux équatoriaux, l'un de 4 pouces ($0^m,10$) d'ouverture libre, dû à Fraunhofer, et qui avait servi au capitaine Wilkes dans son voyage d'exploration, l'autre, dû à Fitz, de $6^p,5$ ($0^m,17$) d'ouverture, muni d'un mouvement d'horlogerie et des micromètres nécessaires; un cercle méridien, de Pistor et Martins, dont la lunette avait 6 pouces ($0^m,15$) d'ouverture libre avec deux cercles gradués, aussi semblables que possible, et sur chacun desquels les lectures se fai-

---

(1) *Voir l'Astronomie en Europe et en Amérique*, seconde Partie (Écosse, Irlande et Colonies anglaises, p. 68).

(2) On sait que ces stations se reproduisent pour Vénus environ tous les dix-huit mois.

saient au moyen de deux microscopes micrométriques; une pendule astronomique; trois chronomètres; et, enfin, un assortiment complet d'instruments magnétiques et météorologiques.

Le capitaine Gilliss et ses aides (1) arrivèrent à Santiago vers la fin d'octobre 1849. Trois stations avaient été mises à sa disposition par les autorités chiliennes, qui lui firent d'ailleurs le meilleur accueil; après un mûr examen, il fixa son choix sur la colline de *Santa-Lucia*. C'est un rocher porphyrique haut d'environ 200 pieds et situé aux limites nord-est de la ville (*fig.* 1). Les instruments qui arrivèrent, les uns à la fin de novembre, les autres à la fin de décembre, furent installés sur le côté nord de cette colline, juste au-dessous de son sommet, à 175 pieds au-dessus des rues de la ville et à 1940 pieds au-dessus du niveau de la mer, sur deux terrasses dont la plus haute portait l'équatorial et dont l'autre, plus basse de 8 pieds, portait le bâtiment rectangulaire contenant le cercle méridien. Les travaux astronomiques, commencés dès les premiers jours du mois de décembre 1849, se continuèrent sans interruption jusqu'au mois de septembre 1852.

En même temps, M. Ferguson devait faire à Washington, avec l'équatorial de 9 pouces ($0^m,23$), les observations correspondantes de Mars et de Vénus, destinées à donner la valeur de l'effet parallactique. Malheureusement le

---

(1) C'étaient les lieutenants Mac Rae et H.-C. Hunter, et le capitaine Clerk. Bientôt après un accident de cheval détermina le retour du lieutenant Hunter, qui fut remplacé par S. Ledyard Phelps, maître (*master*) de la Marine des États-Unis.

temps fut beaucoup moins favorable à Washington qu'à Santiago; et bien des séries de mesures faites par Gilliss sont restées inutiles, par suite du manque d'observations correspondantes simultanées faites soit à Washington, soit dans les autres observatoires où l'on s'occupait de la question. Ainsi, tandis que Gilliss put faire 139 ob-

Fig. 1.



Observatoire de Santa-Lucia. (Expédition du capitaine Gilliss.)

servations de Mars, on n'en a que 11 à Washington, 5 à Cambridge (Massachussets) et 4 à Greenwich. Pour 78 observations de Vénus faites par Gilliss, on n'en a que 8 faites à Washington. Le but principal que se proposait Gilliss n'a donc point été atteint, les éléments de discussion dont on dispose étant trop peu nombreux pour assurer à ses résultats une précision suffisante.

Mais Gilliss n'avait point borné ses travaux à ce qui faisait l'objet déterminant de sa mission; il avait fait en même temps une révision complète du ciel austral. Et si, avec les faibles ressources dont il disposait, il ne put achever complétement cette seconde partie de son œuvre, les observations de zones, effectuées par ses aides et lui, ont cependant une importance capitale. Elles donnent les positions d'environ 27 500 étoiles comprises entre l'équateur et le parallèle de 65 degrés de déclinaison sud, et celles de 290 étoiles doubles dont un grand nombre sont nouvelles.

Avant le départ de Gilliss, 1er octobre 1852, le Gouvernement chilien avait acheté tout le matériel de l'expédition et même les livres qu'elle avait apportés. L'Observatoire de Santa-Lucia devint alors l'Observatoire national du Chili; il fut placé sous la direction du Dr Charles Mœsta, gradué de l'Université de Marbourg (Allemagne).

---

(1) Les travaux complets de l'expédition de Gilliss, dont la publication a été dirigée par cet astronome lui-même, pendant qu'il était directeur de l'Observatoire de Washington, comprendront six volumes. Voici le résumé de la matière qu'ils contiennent:

I. Géographie du Chili, son climat, son gouvernement, sa condition sociale, ses ressources minérales et agricoles.

II. Rapport du lieutenant Mac Rae sur les Andes et les Pampas. — Divers travaux d'Histoire naturelle.

III. Observations des planètes Mars et Vénus.

IV. Observations faites au cercle méridien pour déterminer les ascensions droites et les déclinaisons de 1963 étoiles.

V. Observations de zones donnant les positions de 27 500 étoiles australes.

VI. Observations magnétiques et météorologiques.

Les volumes I, II, III, IV et VI ont été publiés, le volume V paraîtra bientôt.

II.

LE DOCTEUR MOESTA A SANTA-LUCIA.

Le Gouvernement chilien désirait faire de l'Observatoire de Santiago un véritable établissement scientifique, comme une école d'application de l'*Institut national;* dans ce but, il entretenait chaque année à l'Observatoire deux élèves de cet Institut. Mais ce programme, suivi jusqu'en 1859, ne paraît point avoir donné tous les résultats qu'on en attendait; pendant longtemps même, M. Moesta ne put trouver d'aide et fut obligé de faire seul toutes les observations méridiennes et les calculs de réduction qu'elles entraînent.

Quoi qu'il en soit, après avoir, au moyen de la Lune et de quelques observations de distances zénithales, déterminé approximativement la position de l'Observatoire, M. Moesta entreprit la révision de la portion du ciel, comprise entre le parallèle de — 62° et le zénith de Santiago. Mais, après avoir observé quelques-unes des zones dans lesquelles il avait partagé cette région du ciel, M. Moesta reconnut qu'un pareil travail exigeait plus d'un observateur et que sans aide il lui serait impossible de continuer.

Il se contenta alors de réobserver celles des étoiles des anciens catalogues (*British Association Catalogue, Catalogue de la Caille*), dont les positions étaient restées douteuses ou qui paraissaient douées d'un mouvement propre considérable. Il reconnut ainsi que beaucoup des mouvements propres d'étoiles australes enregistrés dans

le *Catalogue de l'Association Britannique* n'existent en aucune façon, mais que les différences trouvées entre les diverses observations provenaient de positions erronées dans le *Catalogue de la Caille*. M. Moesta porta également son attention sur les planètes grandes et petites ; il fit aussi à l'équatorial de nombreuses séries d'observations de petites planètes et de comètes dont on trouve les résultats dans les *Astronomische Nachrichten* de 1853 à 1860.

Mais, dans le cours de ses nombreux travaux, M. Moesta avait reconnu que les instruments de l'Observatoire, qu'on aurait dû croire absolument stables, puisqu'ils reposaient sur le roc même, étaient loin d'avoir la stabilité nécessaire ; les roches voisines des maisonnettes d'observation s'échauffaient extraordinairement pendant l'été, et sous l'influence de cet échauffement le cercle méridien était dans un état de perpétuel mouvement, si bien que les changements d'azimut dépassaient $0^s,5$ en douze heures. De plus, depuis l'arrivée de Gilliss, la ville de Santiago s'était considérablement agrandie : la colline de Santa-Lucia, alors aux limites orientales de la ville, était maintenant à peu près à son centre, de sorte que « les sonneries fréquentes des innombrables cloches de la capitale et le voisinage de différents quartiers militaires incommodaient et interrompaient perpétuellement l'observateur dans ses travaux ».

Aussi M. Moesta sollicita-t-il bientôt du Gouvernement chilien le transfert de l'Observatoire dans un site plus favorable. Ce projet fut adopté par la législature, le 27 août 1856 ; les travaux commencés en avril 1857 ne furent terminés qu'en mai 1860.

III.

LE NOUVEL OBSERVATOIRE.

Le nouvel Observatoire, situé à Yungai, un des faubourgs de Santiago, se compose d'un édifice fort simple, de 50 mètres de longueur environ, dans la direction de l'est à l'ouest, au centre une petite tour basse surmontée par une coupole destinée à abriter l'équatorial de Fitz : de chaque côté, les salles de travail et la bibliothèque, et aux deux extrémités du bâtiment, à l'est et à l'Ouest, deux petites salles méridiennes contenant l'une le cercle méridien de Pistor et Martins, l'autre l'instrument des passages. Au nord le bâtiment se prolonge suivant son axe; après la tour centrale, on rencontre d'abord une salle carrée destinée à l'instrument des passages dans le premier vertical, et au delà une seconde coupole pour l'équatorial de Fraunhofer.

M. Moesta et son aide, M. Valckman, qui était à l'Observatoire depuis la fin de 1856, commencèrent immédiatement leurs travaux. M. Moesta reprit d'abord l'étude qu'il avait faite en 1856, mais vainement, de l'étoile α du Centaure, en vue de déterminer sa parallaxe. Du 16 octobre 1860 au 28 mai 1864, il fit dans ce but 216 observations de distance zénithale d'α du Centaure et 202 de sa voisine β du Centaure. En admettant que la parallaxe de cette dernière étoile soit nulle, la comparaison des observations correspondantes conduit pour celle de α du Centaure à la valeur

$$0'',88 \pm 0'',068.$$

Au Cap de Bonne-Espérance, Th. Maclear avait obtenu le nombre

$$0'',92;$$

les deux résultats sont donc absolument concordants.

En même temps, les astronomes de Santiago reprenaient aussi l'observation des zones entre — 40° et — 45°30' de déclinaison, observation qui s'étendait jusqu'aux étoiles de 9e grandeur. En 1865, on avait obtenu environ 10 000 positions d'étoiles.

Ils réobservaient presque toutes les étoiles du *Catalogue de la Caille* situées entre — 50° et — 60° de déclinaison, ainsi que les étoiles du B. A. C. (*British Association Catalogue*), remarquables par la grandeur de leur mouvement propre soupçonné et un certain nombre d'étoiles circompolaires.

De plus, pour répondre aux désirs exprimés par M. Winnecke, d'une part (1), et par MM. Pierce, Gould et Gilliss, d'autre part (2), M. Moesta institua à l'opposition de la planète Mars, en 1862, deux séries d'observations de cette planète, l'une avec le cercle méridien, l'autre à l'Équatorial de Fitz. Ces observations ont été publiées

---

(1) *Considérations concernant les observations méridiennes à faire pendant l'opposition prochaine de Mars, dans le but de déterminer sa parallaxe.* (Mélanges mathématiques et astronomiques, tirés du *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, vol. III).

(2) *Ephemeris of stars proper for observation with the planet Mars near the opposition* 1862, *prepared at the United States naval Observatory*. Washington, 1862.

à Santiago, en 1863 [1], et leur combinaison avec celles faites à Washington et Upsala a conduit M. Hall [2] à adopter pour la parallaxe solaire la valeur 8″, 84.

Nous devons encore signaler, parmi les nombreux travaux faits par M. Moesta à Santiago, la série des observations de comètes entreprises par lui de 1860 à 1865, et surtout la découverte de la grande comète de 1865 (*fig.* 2), qu'il fit à l'œil nu, le 18 du mois de juillet, aux bains de Callina (à 20 milles anglais au nord-est de Santiago la Cordillère), très-peu après le coucher du Soleil et par un beau crépuscule. On trouve les dessins de cette comète et les éléments de son orbite dans le n° 1519 des *Astronomische Nachrichten*.

Ce fut le dernier travail de M. Moesta : il obtint peu après du Gouvernement chilien un congé illimité pour revenir en Europe réparer sa santé affaiblie, étudier les progrès obtenus depuis 1852 par les astronomes européens, et faire construire pour l'Observatoire de Santiago les instruments que ces progrès auraient nécessités. C'est ainsi qu'il envoya bientôt au Chili une grande lunette équatoriale construite par MM. Repsold, de Hambourg, et dont l'objectif, dû à Merz, a $0^m,25$ d'ouverture ; un baromètre et un thermomètre enregistreurs, ainsi qu'une série d'instruments magnétiques de la meilleure construction.

---

(1) *Observaciones meridianas y micrometricas relativas al planeta Marte al tiempo de su oposicion en* 1862, *verificadas en el Observatorio nacional de Santiago de Chile.*

(2) *Washington astronomical and meteorological Observations for* 1863. Introduction, p. XLV et suiv.

Fig. 2.



Grande comète de 1865. (Dessin de M. Möesta.)

Mais de sérieuses difficultés, et en particulier l'affaiblissement de sa vue, empêchèrent M. Moesta de retourner au Chili; il résigna bientôt ses fonctions et se fixa à Dresde, où il s'occupe surtout de la réduction et de la mise en état de publication de toutes les observations faites à Santiago de 1860 à 1865; il est vivement à désirer, dans l'intérêt de la Science, que le Gouvernement du Chili se décide à les faire imprimer. Les observations antérieures ont d'ailleurs été toutes publiées en deux volumes, parus, l'un en 1869, l'autre (à Dresde) en 1875, et qui ont pour titre : *Observaciones astronomicas hechas en el Observatorio nacional de Santiago de Chile*, por el Dr Carlos Guillerme Moesta. »

Nous ajouterons que depuis l'installation du nouvel Observatoire il s'y est fait une série régulière d'observations météorologiques qui ont été publiées à part.

Le successeur de M. Moesta fut un astronome chilien, M. J.-Ign. Vergara, qui avait assisté M. Moesta de 1859 à 1865.

CHAPITRE II.

OBSERVATOIRE DE CORDOBA (République Argentine).

I.

FONDATION DE L'OBSERVATOIRE. — B.-J.-A. GOULD.

Tandis que les travaux de Lalande, Bessel, Weisse, Argelander et Carrington avaient conduit à des catalogues complets, fort exacts et comparables entre eux des étoiles de toute la partie du ciel comprise entre le pôle nord et le parallèle de 31 degrés de déclinaison australe, le ciel austral, au contraire, restait encore à peu près inexploré; et, pour se retrouver au milieu de ses constellations, l'astronome n'avait, il y a quelques années encore, que bien peu d'éléments.

Au retour de son voyage à l'île Sainte-Hélène, en 1677 et 1678, Halley avait publié un catalogue contenant les positions de 341 étoiles australes ramenées à l'époque 1677. Près de cent ans plus tard, F. Baily faisait imprimer les positions de 9766 étoiles, observées par la Caille

au Cap de Bonne-Espérance, en 1751 et 1752, et ramenées au commencement de 1750; plus tard parut le catalogue de Brisbane, où se trouvent les positions de 7385 étoiles observées de 1822 à 1826, à Parametta (Nouvelles-Galles du Sud) par S. Rumker et J. Dunlop et ramenées à l'époque 1835, mais dont un certain nombre appartiennent à l'hémisphère nord. Vers 1833, Johnson, observateur des plus habiles et des plus ingénieux, publiait un catalogue contenant les positions de 306 étoiles australes, observées à Sainte-Hélène en 1830 et 1831, et ramenées à l'époque 1845. Enfin vint le catalogue fait de 1843 à 1847 par Taylor à Madras, à 13 degrés au nord de l'équateur, catalogue qui donne les positions de 11015 étoiles, parmi lesquelles malheureusement 6000 environ seulement appartiennent à l'hémisphère austral. A ces catalogues purement stellaires, il convient d'ajouter les catalogues de nébuleuses et d'amas d'étoiles auxquels John Herschel consacra tant d'années.

Mais, outre que ces différents catalogues renfermaient un bien petit nombre d'étoiles (12000), à peine un vingt-cinquième de toutes les étoiles utiles à connaître pour l'observation suivie des astres errants, aucune comparaison sérieuse n'avait été faite entre eux, et les erreurs mêmes des plus anciens n'avaient jamais été constatées ni complétement ni sûrement.

Argelander, qui avait entrepris à Bonn la révision complète du ciel boréal, avait émis plusieurs fois le vœu que pareil travail fût exécuté pour l'hémisphère austral; dans sa fameuse expédition, Gilliss l'avait entrepris, mais les mauvaises conditions de son installation équipée dans un autre but, le manque de personnel et les fatigues du

climat de Santiago, qui hâtèrent son départ, avaient bien limité son œuvre ([1]).

En 1862, la question fut agitée à la réunion annuelle de la Société royale astronomique de Londres. Les nombreux observatoires que possède l'Angleterre dans l'hémisphère austral pouvaient, en concertant leurs efforts, rendre plus facile l'exécution de ce plan colossal : en se bornant, comme l'avait fait Argelander, à la 9e grandeur, il s'agissait, en effet, d'observer, chacune trois fois en moyenne, au moins 300 000 étoiles. Un Comité, composé de MM. Airy, Hind et Carrington, fut chargé par la Société de prendre toutes les mesures nécessaires à la réalisation de cette belle idée; et trois ans après, en 1865, ce Comité pouvait annoncer à la Société astronomique que trois Observatoires de l'hémisphère austral se consacraient à cette révision, faite d'après un plan commun : c'étaient l'Observatoire de Madras, pour toute la partie comprise entre l'équateur et le 40e degré de déclinaison, celui de Melbourne pour la zone de — 40° à — 80°, et l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance pour toute la région polaire jusqu'à 10 degrés du pôle.

A cette même époque, un astronome de Boston, M. Benjamin Astorph Gould, ancien directeur de l'Observatoire Dudley, cherchait les moyens de conduire à bonne fin

---

([1]) Un premier catalogue, comprenant 1963 étoiles tirées des zones de Gilliss, a été publié en 1871 aux frais du Gouvernement des États-Unis, par les soins de M. le professeur Harkness, astronome de l'Observatoire de Washington : le travail complet de Gilliss donne les positions de 29403 étoiles comprises entre le pôle sud et le parallèle de — 24°.

l'idée émise par Argelander et prônée par la Société royale astronomique. Frappé des avantages qu'offre à l'astronome le climat de Cordoba, ville située à mi-chemin entre l'Atlantique et le Pacifique et exempte tout aussi bien des cyclones, si fréquents sur la côte de l'Atlantique, que des tremblements de terre qui désolent celle du Pacifique, il écrivit en 1865 à M. Sarmiento, alors ministre de la République Argentine, pour lui faire part de son dessein, ainsi que pour lui demander la protection et l'appui du Gouvernement Argentin en faveur de l'expédition astronomique qu'il projetait et dont les amis de la Science en Amérique lui avaient promis de faire les fonds : Gould demandait enfin si, à son départ de Cordoba, l'établissement qu'il aurait fondé serait repris par le Gouvernement et continué comme institution nationale. La réponse de M. Sarmiento fut des plus cordiales, mais elle concluait à une impossibilité actuelle, due à la guerre que la République soutenait alors avec Lopez dans le Paraguay. D'ailleurs, le plan de M. Gould échouait en même temps par une autre raison : il ne parvenait pas à recueillir les fonds qui lui étaient nécessaires. Néanmoins, M. Sarmiento avait pris à cœur la réalisation de la proposition faite par M. Gould d'avoir à Cordoba un Observatoire national : à cette époque aussi, le voyage de M. Em. Liais au Brésil remettait l'Astronomie en honneur dans ce grand empire; l'Observatoire laissé par Gilliss au Chili venait d'être réinstallé (1862) sur des bases grandioses, le Pérou s'agitait pour fonder un Observatoire à Lima; aussi lorsque, en 1868, M. Sarmiento fut devenu Président de la République Argentine, l'un de ses premiers actes fut de proposer au Congrès l'érection d'un pareil

établissement : la proposition fut presque immédiatement adoptée, et, vers la fin de 1869, M. Gould recevait de M. Avellaneda, ministre de l'Instruction publique, une lettre dans laquelle le Gouvernement Argentin le chargeait d'installer un Observatoire national permanent et de le munir des instruments nécessaires.

Heureusement, lors de sa tentative de 1865, M. Gould avait commandé sous sa propre responsabilité, au célèbre Repsold, de Hambourg, un cercle méridien de même puissance que celui dont s'étaient servis Bessel et Argelander et ayant une lunette de 54 pouces ($1^m, 37$) de foyer et 4,5 pouces ($0^m, 11$) d'ouverture : cet instrument était alors presque terminé. En outre, il y avait dans les ateliers d'Alvan Clark un excellent objectif de Fitz, de 11 pouces ($0^m, 28$) d'ouverture ; Gould l'acheta, le fit monter équatorialement et commanda une pendule à Tiede, de Berlin. M. Gould possédait aussi une petite lunette de 4 pouces ($0^m, 10$) d'ouverture, montée équatorialement ; le Coast-Survey des États-Unis mettait à sa disposition tous les instruments transportables dont il pourrait avoir besoin. De plus, l'Académie américaine de Boston lui abandonnait les fonds du prix Rumford, afin de lui permettre de faire construire un appareil destiné à l'étude de la lumière des astres ; il put avoir ainsi un photomètre stellaire ou *Astrophotomètre* de Zöllner [1], que lui fournit M. Ansfeld, de Gotha, et un excellent spectroscope de Merz et Mahler.

D'un autre côté, l'Institution Smithsonienne, l'Obser-

---

[1] Voir *Grundzüge einer allgemeinen Photometrie des Himmels*; Berlin, 1861.

vatoire naval, le Bureau du *Nautical Almanac*, les principales Sociétés scientifiques d'Angleterre, les Observatoires de Greenwich, Pulkowa et Leipzig, la plupart des astronomes d'Europe contribuèrent à former la bibliothèque du nouvel établissement.

En même temps, M. Gould s'assurait le concours de quatre jeunes élèves sortant des Universités de Philadelphie et de la Nouvelle-Angleterre, qui devaient former le premier noyau des observateurs de l'Observatoire de Cordoba.

Toutes choses étant ainsi disposées, M. Gould quitta New-York le 28 mai 1870 et se rendit à Buenos-Ayres par la voie d'Europe : arrivé dans cette ville le 25 août 1870, il se mit immédiatement en route pour Cordoba, qui se trouve à la limite occidentale de la Pampa.

Environ à 1 mille de la ville, le sol s'élève subitement pour former une colline haute d'environ 120 pieds : c'est sur le plateau qui la couronne que M. Gould résolut d'établir l'Observatoire.

Les cabanes d'observation avaient été en grande partie faites en Amérique, il n'y avait plus qu'à les monter; néanmoins le premier dôme ne fut terminé qu'en juillet 1871. On y installa immédiatement l'équatorial d'Alvan Clark; en outre, la guerre de la France et de l'Allemagne et la fièvre jaune qui règne si souvent à Buenos-Ayres retardèrent beaucoup l'arrivée du cercle méridien : il ne fut monté qu'à la fin de mai 1872, si bien que les observations régulières ne commencèrent réellement qu'au mois de septembre 1872.

M. Gould avait occupé ses loisirs forcés à la construction des cartes et du catalogue des étoiles visibles à l'œil

nu, dans le ciel de Cordoba, c'est-à-dire de 10 degrés au nord de l'équateur jusqu'au pôle sud. Argelander, en 1843, avait fait un travail analogue pour l'hémisphère boréal ([1]), et, pour un espace renfermant environ les huit dixièmes du ciel, il avait trouvé 3256 étoiles de la 1re à la 6e grandeur; depuis, M. Heis a repris le travail d'Argelander, d'abord à Aix-la-Chapelle (1845) et plus tard à Münster; son catalogue, publié tout récemment (1872), contient, pour une portion du ciel sensiblement peu différente de celle d'Argelander, 3139 étoiles de la 1re à la 6e grandeur ([2]). En adoptant le nombre de M. Heis, on peut en conclure avec assez de probabilité que la moitié boréale du ciel renferme 4909 étoiles de la 1re à la 6e grandeur. Ce nombre d'étoiles visibles dépend évidemment de la pureté du ciel où l'on observe : or, à Cordoba, la transparence du ciel est telle que le catalogue de M. Gould, auquel il a donné le titre d'*Uranometria Argentina*, renferme 7670 de ces étoiles pour la moitié australe du ciel. L'*Uranométrie Argentine* contient en réalité 8522 étoiles, dont 852 sont comprises entre l'équateur et le parallèle de 10 degrés de déclinaison nord.

En même temps qu'il faisait les observations nécessaires à l'*Uranometria*, M. Gould procédait à une révision complète des limites et de l'arrangement des constellations du ciel austral. Partageant complétement les idées émises

---

[1]) *Uranometria Nova.*

([2]) Le *Novus Atlas cœlestis* de M. Heis renferme en réalité les positions de 4701 étoiles; mais cet astronome ne s'est point arrêté à la 6e grandeur, il a été jusqu'à la 6e,6 grandeur.

autrefois à ce sujet par sir John Herschel (¹) et que cet illustre astronome avait déduites de sa longue étude de cette partie du firmament (²), M. Gould forma autant que possible les limites de chaque constellation par des méridiens et des parallèles, et il fut assez heureux pour pouvoir atteindre ce but sans apporter de grands changements dans la nomenclature des principales étoiles.

II.

OBSERVATION DES ZONES. — PHOTOGRAPHIE ASTRONOMIQUE.

Comme nous l'avons déjà dit, les observations régulières des zones commencèrent à la fin de l'année 1872. Dès l'origine, M. Gould s'est attaché à rendre son travail indépendant des catalogues faits antérieurement : dans ce but, chaque zone est accompagnée de l'observation des étoiles horaires et circompolaires destinées à donner les positions absolues des étoiles qu'elle renferme. Celles de ces zones qui renferment le plus d'étoiles en contiennent 293; le nombre moyen par zone est de 140, ce qui fait environ une étoile par intervalle de vingt et une secondes de temps.

Une pareille rapidité dans l'exécution ne peut s'allier

(¹) *On the advantage to be obtained by a revision and rearrangement of the constellations, with especial reference the those of the southern hemisphere and on the principles upon wich such rearrangement ought to be conducted* (*Memoirs of the Royal Astronomical Society*, vol. XII).

(²) *Voir* l'*Astronomie pratique et les Observatoires.* Deuxième Partie, p. 71 et suiv.

à l'observation par l'œil et l'oreille; aussi toutes les ascensions droites sont-elles observées chronographiquement, comme cela se fait d'ailleurs aujourd'hui presque partout : un assistant fait d'ailleurs les lectures aux microscopes des cercles divisés et inscrit la grandeur et le groupe de chaque étoile, ainsi que l'heure approximative de l'observation, afin de faciliter la combinaison ultérieure de ces résultats avec ceux donnés par le chronographe.

Quoique le climat de Cordoba n'ait pas répondu complétement à l'attente de M. Gould (¹), l'ardeur et le zèle des observateurs furent tels, qu'au bout de la première année on avait observé 429 zones, contenant 56 280 étoiles et que, le 8 septembre 1875, le travail que s'était proposé M. Gould était complétement terminé. On avait passé en revue toute la portion du ciel austral comprise entre le 23ᵉ et le 80ᵉ degré de déclinaison, observé en tout 754 zones et fait un peu plus de 105 000 observations. Quant à la calotte sphérique polaire, d'étendue de 10 degrés, qui était laissée de côté, elle a été complétement étudiée par Gilliss à Santiago et Stone au Cap de Bonne-Espérance (²); M. Gould a donc cru pouvoir la considérer comme entièrement connue par ces observations.

(¹) M. Gould, sachant que ce pays était sans pluie pendant six mois de l'année, croyait que le ciel était pendant cet intervalle presque constamment pur, tandis qu'au contraire le nombre de nuits claires n'y est guère plus considérable qu'aux États-Unis.

(²) Voir *l'Astronomie pratique et les Observatoires en Europe et en Amérique*, deuxième Partie, *Écosse*, *Irlande et Colonies anglaises*, p. 70 et suiv.

Comme nous l'avons déjà dit, afin de rendre les observations de zones complétement indépendantes des catalogues antérieurs et leur permettre de conduire à des positions absolues, on devait à l'origine faire pour chaque zone, en outre des observations de nadir, niveau et collimation, celles de cinq à six étoiles tant équatoriales que circompolaires, prises autant que possible dans l'*Uranométrie :* on aurait obtenu ainsi un catalogue de 3000 étoiles environ, qui toutes auraient été observées quatre ou cinq fois avec tout le soin possible. Mais, en 1874, lors du voyage que fit M. Gould aux États-Unis, le travail des zones fut forcément interrompu; pour occuper alors les loisirs de ses assistants, cet astronome décida d'employer, pendant son absence, le cercle méridien à la formation d'un catalogue beaucoup plus considérable d'étoiles fondamentales. Le travail a d'ailleurs été continué même après son retour, si bien qu'aujourd'hui ce catalogue renferme les positions de près de 10 000 étoiles, repères véritables par rapport auxquels on fixe les positions de toutes les autres.

En dehors de ces travaux qui avaient décidé son séjour à Cordoba, M. Gould avait le plus vif désir d'en faire exécuter d'autres non moins importants et non moins utiles. Nous avons décrit plus haut (¹) les méthodes ingénieuses qu'emploie M. Rutherfurd pour obtenir, par la Photographie, des reproductions d'amas ou groupes d'étoiles sur lesquelles les mesures les plus délicates sont

(¹) *Voir* troisième Partie, *Observatoire de M. Rutherfurd*, p. 148 et suivantes.

possibles et qui donnent ainsi fort exactement les différences d'ascension droite et de déclinaison de ces étoiles, différences dont les mesures directes auraient exigé cent et deux cents fois plus de temps. M. Gould avait été associé à ces travaux ; le premier, il avait soumis au calcul les résultats de ces mesures et avait déterminé les positions relatives des étoiles principales du groupe des Pléiades et de celui de Præsepe. Pour lui permettre de continuer ces belles études, M. Rutherfurd lui avait confié une grande lunette munie de deux objectifs différents, l'un pour l'observation directe, l'autre pour la Photographie ; mais, si l'observation photographique épargne beaucoup de temps, elle exige en revanche des déboursés assez considérables, et tous les fonds de l'Observatoire étaient absorbés par les autres travaux ; il fallait en outre à M. Gould un aide exercé. Sa famille lui fournit l'argent qui lui était nécessaire, et M. Rutherfurd lui envoya un jeune photographe de New-York qu'il avait instruit et mis au courant lui-même ; mais, lorsqu'à l'arrivée de ce dernier, le D[r] Shellack, on déballa l'objectif photographique, on s'aperçut que la lentille de flint était cassée en deux, et tous les efforts pour la restaurer furent inutiles. Il fallut en commander une autre à M. Fitz, de New-York.

D'un autre côté, le mouvement d'horlogerie n'avait point une marche suffisamment régulière, et l'on dut aussi le remplacer. Pendant ces retards et délais forcés, M. Shellack quitta l'Observatoire, nouvelle source de difficultés. Mais M. Gould ne perdit point courage ; au commencement de 1875, le nouvel objectif de l'équatorial était arrivé à Cordoba, un bon mouvement d'horlo-

gerie conduisait l'instrument, et M. Heard remplaçait M. Shellack.

On se mit aussitôt à l'œuvre, et, le 8 septembre 1875, on avait obtenu soixante-dix bonnes épreuves, donnant les images de 24 amas stellaires différents et de plusieurs systèmes doubles. Sur l'une de ces épreuves, celle qu donne l'image de l'amas H. 323, on voit 102 étoiles.

M. Heard a obtenu aussi des photographies de Mars, sur lesquelles les détails de la surface de la planète sont presque aussi bien définis que par l'observation directe; de même il a pu prendre des épreuves de la planète télescopique Eurydice (75) et de ses étoiles de comparaison, en vue de collaborer au système d'observations préconisé par M. Galle pour obtenir une valeur exacte de la parallaxe solaire. C'est là une idée fort originale et qui demanderait à être poursuivie; les résultats auxquels elle a pu conduire ne nous sont point encore parvenus.

Il convient d'ailleurs de dire que des mesures directes sont faites à l'équatorial pour obtenir par une autre voie les positions relatives des étoiles qui composent les différents groupes stellaires que l'on étudie par la Photographie.

Nous ajouterons, pour terminer la liste des travaux astronomiques de l'Observatoire de Cordoba, que M. Gould a, lui aussi, coopéré par l'observation de la planète Flora à la détermination de la parallaxe solaire; et que, par des observations faites concurremment avec M. Vergara, à Santiago, et M. Moesta, à Buenos-Ayres, il a déterminé les différences de longitude de ces trois points.

Enfin dix-sept stations météorologiques ont été instal-

lées dans la République Argentine; elles possèdent toutes un baromètre anéroïde et un baromètre à mercure, des thermomètres, anémomètres, girouettes et pluviomètres; les observations s'y font d'ailleurs suivant un plan commun. Quoique leurs ressources instrumentales soient encore très-limitées, ces stations n'en rendent pas moins déjà de grands services en accumulant, sur le climat de cette partie de l'univers, des renseignements qui jusqu'ici faisaient complétement défaut.

Le personnel de l'Observatoire de Cordoba se compose actuellement de MM. John Thomas, Heard et Eug. Bachmann assistants, et de MM. Latzina et Bigelow calculateurs.

CHAPITRE III.

OBSERVATOIRE DE RIO DE JANEIRO.

A la fin du siècle dernier, les missionnaires portugais déterminèrent la longitude et la latitude de la ville de Rio de Janeiro, mais le Brésil n'y posséda un Observatoire que bien longtemps après la déclaration de l'indépendance, sous le règne de l'empereur actuel don Pedro II.

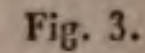
A l'ouest de l'immense baie de Rio de Janeiro, la plus belle de l'univers, se détache au premier plan, tout à fait sur le bord de la mer, la colline du *Morro do Castello,* dont le sommet est presque entièrement occupé par un vaste établissement que les jésuites y ont fait construire autrefois. C'est sur la belle terrasse de cet ancien couvent qu'en 1845 don Pedro intalla l'Observatoire de Rio de Janeiro (*fig.* 3).

Son premier directeur fut M. Soulier de Sauve; peu expérimenté sur les choses de l'Astronomie, il paraît avoir fait bien peu de travaux.

Le général Antonio Manoel de Mello le remplaça en 1850, mais il n'imprima pas une activité beaucoup plus

grande aux études astronomiques de l'établissement. Ses seules observations paraissent s'être réduites à celles faites à la lunette méridienne en vue de donner le midi aux nombreux navires de la rade.

Nommé commandant en chef de la cavalerie brési-


Fig. 3.



Observatoire de Rio de Janeiro.

lienne lors de la guerre du Paraguay, le général de Mello, alors âgé de soixante-dix ans, succomba bientôt aux fatigues de la guerre.

Son successeur fut son ancien aide de camp, le capitaine de frégate de la marine brésilienne Cruvello d'Avila, qui dirigea l'Observatoire jusqu'en 1871, et sous lequel on n'observa pas plus qu'auparavant.

L'Observatoire possédait cependant, depuis l'année

1850, une lunette ($0^m,11$ d'ouverture), un cercle méridien ($1^m,20$ de diamètre) et un équatorial ($0^m,16$ d'ou-

Fig. 4.



Éclipse de 1865. (Dessin de M. Liais.)

verture) provenant des ateliers de Dollond; mais ces deux derniers instruments n'avaient jamais été installés.

Le seul travail astronomique réel de l'Observatoire avait consisté dans la publication assez régulière d'éphémérides astronomiques destinées à la marine brésilienne et publiées

sous le titre : *Ephemerides do imperial Observatorio astronomico do Rio de Janeiro.*

Nous devons dire cependant que, depuis 1851, on fit à l'Observatoire une série importante et continue d'observations météorologiques commencées d'abord avec les instruments ordinaires (baromètre de Fortin, psychromètre d'August et hygromètre de Regnault) et effectuées d'heure en heure, de 6 heures du matin à 6 heures du soir; ces observations furent complétées, en 1858, par l'adjonction aux instruments précédents d'un anémomètre de Combes, pluviomètre de Babinet, actinomètre et atmidoscope de Lerebours, pyrhéliomètre de Pouillet et, enfin, d'un excellent météréographe de Dollond, contenant baromètre, thermomètre, hygromètre, pluviomètre, évaporomètre, électromètre et anémomètre pour la vitesse et la force (ces derniers n'ont jamais fonctionné). Les résultats de ces observations ont été publiés régulièrement sous le titre : *Annales meteorologicas do Rio de Janeiro.*

Mais l'Observatoire de Rio de Janeiro n'a réellement pris rang parmi les établissements astronomiques sérieux que depuis l'époque où il a été placé sous la direction de M. Emm. Liais, ancien astronome de l'Observatoire de Paris.

Chargé, en 1858, par le Ministère de l'Instruction publique de France, d'une mission scientifique au Brésil, M. Liais était arrivé à Rio de Janeiro au moment où le Gouvernement impérial préparait l'expédition qui devait aller observer à Paranagua (à 3 degrés environ au sud de Rio) l'éclipse totale du Soleil du 7 septembre 1858; sur l'invitation du Gouvernement impérial, il se joignit à la Commission brésilienne. L'observation de ce beau phénomène permit à M. Liais de démontrer que la couronne

solaire est due à l'atmosphère qui environne le Soleil, conséquence qu'il put vérifier plus tard, lors de l'éclipse totale du 25 avril 1865 (*fig.* 4), éclipse qu'il observa à l'Observatoire même de Rio.

Justement apprécié par S. M. l'Empereur du Brésil, M. Liais ne revint en France qu'avec le dessein de retourner bientôt au Brésil et de s'y fixer définitivement. De 1860 à 1870, il parcourut en tous sens ce vaste empire, étudiant ses mœurs et ses productions, résumant et dirigeant les travaux de révision de la carte des côtes du Brésil, et ne négligeant pas pour cela ses travaux de prédilection, les travaux astronomiques.

C'est ainsi qu'à son Observatoire temporaire d'Olinda il découvrit, le 26 février 1860, près de l'étoile de la Dorade, une comète double (comète I, 1860) ([1]), dont il poursuivit l'observation jusqu'au 13 mars. Il observa de même à Rio la grande comète de 1860 (comète III, 1860), qui apparut soudainement à l'horizon, tant en France que dans le midi de l'Europe, vers le 22 juin de cette année. L'année suivante, il étudia avec grand soin la belle comète (comète II, 1861) découverte le 26 mai à Sydney, et dont la queue mesurait le 11 juin, à Rio de Janeiro, plus de 40 degrés de longueur (*fig.* 5). M. Liais a cru pouvoir déduire de l'ensemble des observations qu'il a faites sur cet astre que, dans la matinée du 29 juin, la Terre avait traversé un peu latéralement la queue de cette comète, dont la largeur était alors de plus d'un million de lieues.

([1]) *Astronomische Nachrichten*, n° 1248.

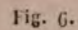
Fig. 5. — Grande comète de 1861.

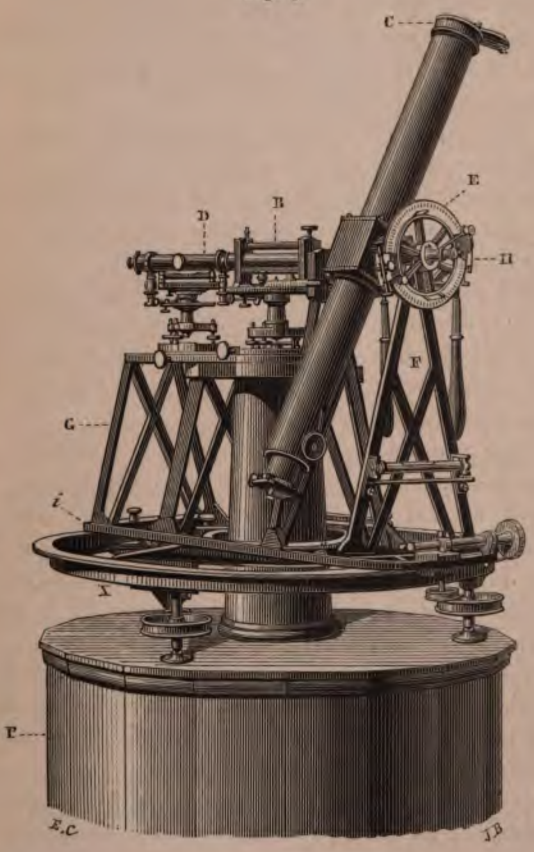
A la mort du commandant Aguilar, M. Liais fut chargé par S. M. l'Empereur du Brésil de prendre la direction de l'Observatoire de Rio de Janeiro.

Presque tout était à faire pour placer cet établissement au rang que lui permettait de prendre la libéralité de l'Empereur, ainsi que pour imprimer à ses travaux une marche scientifique et réellement utile. Il fallait, en premier lieu, installer convenablement les anciens instruments et compléter l'outillage de l'Observatoire, en second lieu pourvoir au recrutement du personnel que nécessite tout Observatoire important. En ce qui concerne les instruments, M. Liais a déjà obtenu des résultats importants. A la date du 23 octobre 1875 [1], l'outillage astronomique de l'Observatoire de Rio de Janeiro était formé des appareils suivants :

1° Une lunette méridienne de Dollond de 4 pouces ($0^{m},11$) d'ouverture, munie d'un micromètre et de collimateurs, dont l'un a 11 mètres de foyer.

[1] Ces renseignements nous ont été obligeamment communiqués par M. Liais.


Fig. 6.



Instrument azimutal de l'Observatoire de Rio de Janeiro.

2° Un cercle méridien de Dollond, de $1^m,20$ de diamètre muni de collimateurs, d'un bain de mercure et d'un oculaire nadiral : cet instrument peut aussi collimer dans la direction du zénith, à l'aide d'une petite lunette mobile placée au-dessus, et qu'on amène à la verticalité au moyen d'un bain de mercure; en outre, il est muni, suivant son axe, d'un appareil collimateur destiné à vérifier si la rotation de l'axe optique se fait rigoureusement dans un plan, et à mesurer les déviations quand elles ont lieu, afin de pouvoir en corriger les observations.

3° Un instrument dans le premier vertical, de 4 pouces ($0^m,11$) d'ouverture, muni, suivant son axe, d'un collimateur qui collime, soit directement sur le cercle méridien, soit (1) sur le collimateur mire ou le collimateur à long foyer de ce même cercle.

Cette disposition permet de déterminer le méridien des deux instruments en combinant leurs observations : un pareil résultat est très-important à obtenir dans les stations équatoriales de l'hémisphère austral, où l'on manque presque toujours d'étoiles circompolaires observables à la fois dans leurs deux passages de la même journée.

Cette lunette zénithale est, d'ailleurs, munie de deux collimateurs, d'un micromètre, et se rectifie en outre sur le bain de mercure, comme tous les autres instruments de l'Observatoire.

4° Un instrument azimutal de grandes dimensions, construit à Rio même, dans les ateliers de José Maria dos

---

(1) On rend alors la lunette verticale et l'on ouvre le cube central de l'instrument.

Reis, sur les indications de M. Liais (¹), et analogue à celui que cet astronome avait installé en 1860 dans son Observatoire temporaire d'Olinda (²).

Cet instrument azimutal n'existant nulle part ailleurs, nous le décrirons avec quelques détails.

Une lunette C (*fig*. 6), de $1^m,20$ de foyer, se meut dans un plan vertical autour d'un axe creux horizontal renfermant une autre lunette E de petite dimension, que nous appellerons *lunette collimateur*. Ce système est porté par une sorte de double chariot C, F, qui tourne autour d'un fort pilier vertical central, de manière que la lunette collimateur soit toujours dirigée vers le centre de ce pilier, et qui se meut au-dessus d'un plateau métallique divisé, de $1^m,20$ de diamètre, et muni de vis calantes. La partie C du chariot est munie d'un appui qui reçoit une seconde *lunette collimateur* D, possédant de petits mouvements de rappel qui lui permettent de viser exactement l'axe de la lunette collimateur E. Enfin, le pilier central porte un petit théodolite répétiteur en azimut B, dont la lunette peut viser sur l'une quelconque des lunettes D et E, et qui porte en outre perpendiculairement à son axe optique des ouvertures assez larges (qu'on peut d'ailleurs fermer à volonté) et à travers lesquelles on peut viser la lunette D sur la lunette E, après avoir, au préalable, amené la lunette B dans une direction sen-

---

(¹) *Azimutal invenção do Illm* Dr Emmanuel Liais, *e proprietade de* Jose Maria dos Reis (Rio de Janeiro, 1873).

(²) *Voir* l'*Espace céleste et la nature tropicale,* par M. Emm. Liais, p. 288 et suiv.

siblement perpendiculaire à l'axe commun des deux lunettes D et E.

Les observations se font de la manière suivante : On dirige la lunette C sur le corps céleste dont on veut observer l'azimut, et on l'arrête fixement sur le plateau lorsque l'astre est à l'entrée du champ. Un fil azimutal mobile sert alors à pointer l'astre un grand nombre de fois pendant qu'il parcourt le champ, en même temps qu'on note l'heure de chaque pointé. On en déduit aisément l'instant du passage réel de l'astre par l'axe optique de l'instrument, instant déduit ainsi d'un grand nombre d'observations et par conséquent obtenu avec une grande précision. Reste donc seulement à connaître l'azimut de l'axe optique dans l'espace : c'est ce que l'on obtient à l'aide du théodolite B, en le pointant successivement sur la lunette E et sur une mire éloignée placée à demeure, et dont on a déterminé l'azimut une fois pour toutes; cet angle peut d'ailleurs être obtenu autant de fois qu'on le veut en ajoutant la somme des arcs sur le limbe du théodolite comme dans tous les instruments répétiteurs.

Quant à la lunette D, qu'on a dû enlever pendant toutes ces opérations pour faciliter la manœuvre, elle sert à obtenir l'horizontalité de l'axe de la lunette C, ou mieux, à déterminer à chaque instant son inclinaison par rapport à l'horizon; on a d'ailleurs déterminé simultanément, au moyen d'un bain de mercure, la position du fil mobile du micromètre qui correspondait à la verticalité de l'axe optique.

Nous ajouterons que, pour diminuer autant que possible les équations personnelles, on emploie le système de pointé micrométrique suivant : la vis du micromètre,

qui est guidée par une manivelle, a une tête de grand diamètre et portant, au lieu de traits pour marquer les divisions, des buttoirs en saillie qui n'occupent qu'un dixième ou un vingtième de la largeur d'une division; dans le mouvement de rotation de cette vis, ces buttoirs établissent un courant électrique en rencontrant un petit ressort.

Sur une bande de papier qui se déroule d'un mouvement continu s'inscrivent automatiquement, au moyen de quatre pointes, les secondes et les minutes de la pendule, les instants où chacune des divisions de la roue passe sous le ressort et ceux où un tour entier a été effectué. Une cinquième pointe est commandée par le top même de l'observateur. Voici comment se fait l'observation : l'observateur amène le fil du micromètre à bissecter l'astre et l'y maintient par un mouvement continu et régulier de la manivelle; chaque fois qu'il trouve son pointé bon et tant qu'il trouve l'astre bien bissecté, il établit le courant électrique de la cinquième pointe. Il ne reste plus alors qu'à rechercher sur la bande de papier quelles étaient les divisions du micromètre qui, pendant ce temps, passaient sous l'index, et les heures précises de ces passages (1).

Ces quatre instruments ne sont pas d'ailleurs absolument indépendants les uns des autres : ils peuvent, quand on le veut, être rendus solidaires les uns des autres, et se prêter ainsi un mutuel appui. Ainsi ils peuvent tous

---

(1) *Sur la valeur relative des divers modes de pointé avec le théodolite et sur les équations personnelles*, par M. Emm. Liais (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*), t. XLIX, p. 494).

quatre collimer les uns sur les autres; de cette manière, le méridien n'entre qu'une seule fois comme inconnu dans les équations fournies par les observations faites avec les quatre instruments.

Il en résulte plusieurs méthodes remarquables, tant pour déterminer la latitude absolue de l'Observatoire que pour obtenir les déclinaisons absolues des étoiles sans avoir à craindre l'influence de la réfraction et des flexions [1].

A ces instruments méridiens qui forment, on le voit, un tout complet, il faut ajouter :

5° Un grand équatorial de Dollond, dont l'objectif, dû à MM. Henry frères de Paris, a $0^m,25$ d'ouverture.

6° Un second équatorial de 6 pouces ($0^m,16$) d'ouverture, placé sous une cabane roulante, et que l'on découvre complétement pour l'observation. Cet instrument est surtout destiné à la recherche des comètes et à la photographie du Soleil; il possède d'ailleurs un micromètre de position complet.

7° Un petit équatorial de $0^m,08$ d'ouverture et à grand champ pour la révision rapide du ciel austral lors de la recherche des comètes.

8° Enfin, une lunette zénithale de Porro avec son ingénieux système de micromètre.

Ajoutons que tous les instruments sont reliés à un même chronographe sur lequel s'inscrivent toutes les observations.

---

(1) Une détermination récente de M. Manuel Pereira Reis donne, pour latitude de l'Observatoire, la valeur $20°54'23'',7$, valeur qui, d'après M. Liais, ne peut être en erreur de plus de $1''$.

Tels sont les instruments installés aujourd'hui et déjà en fonction. Dans peu de temps l'Observatoire s'enrichira de deux autres appareils tout spéciaux qui sont encore en construction à l'heure actuelle et dont nous dirons quelques mots.

C'est d'abord un altazimut gigantesque, dont la lunette aura 14 pouces ($0^m,37$) d'ouverture; il sera muni d'un collimateur dans l'axe et d'un système complet de collimateurs.

Ce bel instrument se construit dans les ateliers de l'Observatoire, les principales pièces ayant été fondues et préparées dans les ateliers de l'arsenal de la Guerre.

Le second instrument est le *cœlestat,* construit à Paris par M. Secrétan. Cet appareil, analogue au sidérostat (1), est disposé de manière à pouvoir renvoyer dans une direction fixe les rayons provenant d'un point quelconque du ciel, ce qui est impossible avec le sidérostat. On emploie, dans ce but, deux miroirs au lieu d'un seul, et l'on a eu soin d'adopter une combinaison des miroirs telle, que jamais les rayons lumineux ne font, avec la normale à chacun d'eux, un angle supérieur à 30 degrés; l'influence des défauts que peuvent avoir les miroirs est ainsi considérablement diminuée.

Le mouvement d'horlogerie qui conduit les miroirs du cœlestat est, comme ceux de Foucault, à vitesse constante; mais, au moyen d'un simple changement de poids, on peut faire varier cette vitesse de façon à régler l'appareil sur un astre quelconque, étoile, soleil, lune ou planète.

---

(1) *Voir* Brunnow, *Astronomie pratique,* par M. C. André, p. 304 et suiv.

Les instruments qui servent à utiliser le cœlestat sont deux télescopes de $0^{m},40$ d'ouverture, l'un en verre noir pour l'observation du Soleil, l'autre en verre argenté pour les étoiles et les planètes. Le cœlestat est surtout destiné aux études d'Astronomie physique, et en particulier aux études spectroscopiques.

L'Observatoire possède, en outre, une collection complète d'instruments magnétiques enregistreurs, et un appareil enregistreur automatique pour la Météorologie, qui est dû à Dollond, de Londres.

Quoique l'installation soit à peine terminée, les travaux d'Astronomie ont déjà été commencés. On a fait, en juillet et août 1875, une série importante d'observations de Mars en opposition, par la méthode que M. Liais avait déjà appliquée en 1860 au même phénomène, et en vue de déterminer la valeur de la parallaxe solaire. M. Liais a été conduit à la valeur $8'',78$.

L'étude complète et systématique des instruments a été poursuivie avec activité. On a commencé le Catalogue des étoiles fondamentales de l'hémisphère sud; on a fait, en décembre 1876, des observations suivies de la déclinaison du Soleil (qui était alors près du zénith), afin de servir à la détermination de l'obliquité de l'écliptique, ainsi qu'une série d'observations à l'azimutal, en vue d'obtenir la valeur de la constante de l'aberration.

L'Observatoire est en outre chargé de diriger les travaux relatifs à la formation de la carte de précision de l'Empire, à la mesure des méridiens et des parallèles, et à la détermination de l'ellipsoïde osculateur de la surface terrestre dans la région du Brésil.

L'un de ses astronomes, M. Manoel Pereira Reis, a

déjà déterminé la différence de longitude et de latitude entre l'Observatoire de Rio et « Barra do Pirahy »; il a appliqué, dans ses observations, quelques-uns des perfectionnements imaginés par M. Liais, et en particulier celui qui permet de transformer une lunette méridienne en lunette zénithale, dont l'idée première est d'ailleurs due à M. Faye [1].

Si l'on ajoute à cela les études d'Astronomie physique, si nombreuses et si utiles, on verra que le programme de l'Observatoire de Rio de Janeiro est des plus vastes et des mieux conçus. Il n'est que justice d'ailleurs de dire que S. M. don Pedro, à qui l'on doit la réorganisation récente de cet établissement, en suit les travaux avec le plus grand soin et lui assure une dotation considérable.

---

(1) *Determinação das differenças de latitude e de longitude entre o imperial Observatorio astronomico do Rio de Janeiro e a barra do Pirahy*, par MANOEL PEREIRA REIS. Rio de Janeiro, 1877.

CHAPITRE IV.

OBSERVATOIRE DE LIMA (Pérou).

En 1866, le gouvernement péruvien chargea M. Cabello de fonder un Observatoire à Lima. Après un assez long séjour en Europe, M. Cabello fit construire à Paris, dans les ateliers de M. Eichens, les instruments qui devaient former l'outillage du futur établissement. C'étaient un cercle méridien, dont la lunette a 7 pouces ($0^m,19$) d'ouverture libre (*fig.* 7); une lunette méridienne de même puissance; un chercheur de comètes de la même ouverture et un équatorial de $10^p,5$ ($0^m,28$) (*fig.* 8), semblables à ceux qui avaient été construits pour l'Observatoire de Marseille.

Le cercle méridien de Lima était le premier construit en France sur ce modèle; nous entrerons à ce sujet dans quelques détails.

Le corps de la lunette est entièrement en bronze et il est soigneusement travaillé à l'intérieur et à l'extérieur, afin de donner une symétrie parfaite à toutes les parties de l'instrument.

L'axe, long de $1^{m},32$, se compose d'un cube central le $0^{m},36$ de côté, terminé sur ses deux faces opposées ɔar des cônes tronqués portant, à leurs extrémités, des ourillons en acier trempé de $0^{m},07$ de diamètre et de ɔ$^{m},08$ de long; ceux-ci sont encastrés à chaud dans le corps de l'intrument, et leurs parties libres ont été soigneusement travaillées, de façon que les parties frottantes orment deux surfaces parfaitement cylindriques et de liamètres aussi peu différents que possible.

Les coussinets sont en bronze et chacun d'eux reçoit son tourillon sur les deux segments d'une surface cylindrique interrompue à la partie inférieure. Ces coussinets sont portés sur deux plaques massives en bronze qu'on peut déplacer latéralement; et, comme l'une d'elles est légèrement taillée en coin, ce déplacement permet de rectifier à la fois l'inclinaison et l'azimut de l'instrument.

Deux autres faces du cube portent, encastrés sur elles, deux longs cônes tronqués d'une longueur totale de $2^{m},35$, aux extrémités desquels sont fixés d'une part l'objectif, d'autre part l'oculaire.

Perpendiculairement à l'une et symétriquement par rapport au cube central, sont fixés deux couples de cercles très voisins; l'un, de 1^{m} de diamètre, est divisé avec soin et sert à la lecture des déclinaisons; l'autre, un peu plus grand et placé entre le cube et le cercle précédents, permet de fixer l'instrument dans une position déterminée à l'aide d'une pince commandée par une manette. Une seconde manette commande une vis de rappel et sert à communiquer à l'appareil des mouvements lents dans les deux sens. La graduation est portée sur une lame d'argent de 8^{mm} de largeur, incrustée dans la face

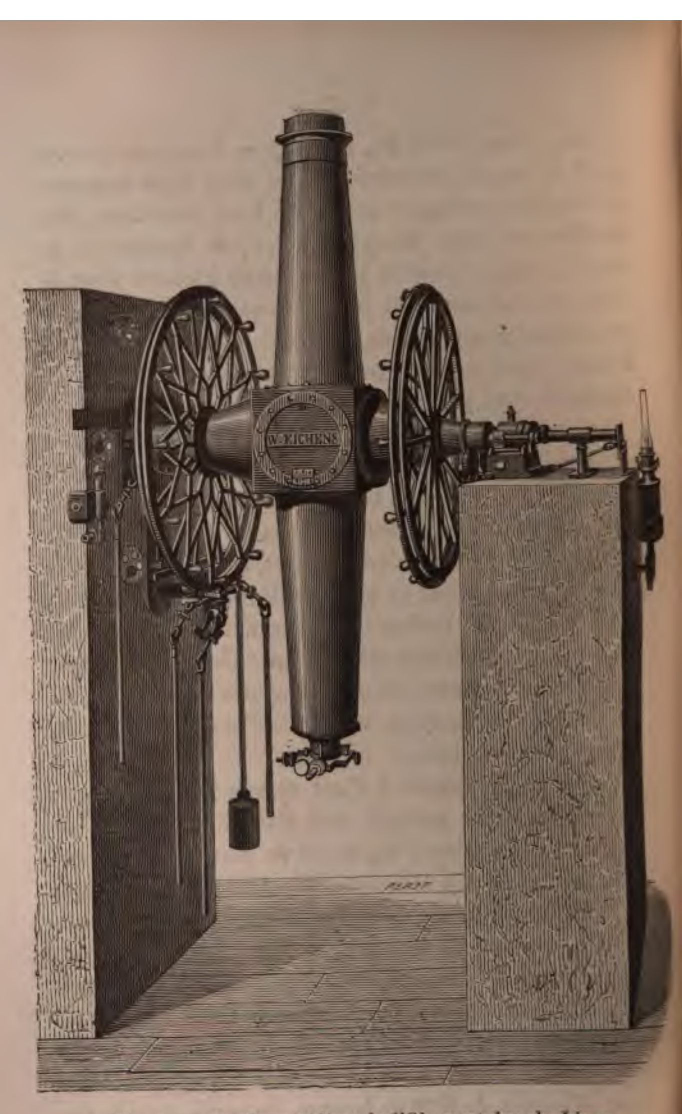


Fig. 7. — Cercle méridien de l'Observatoire de Lima.

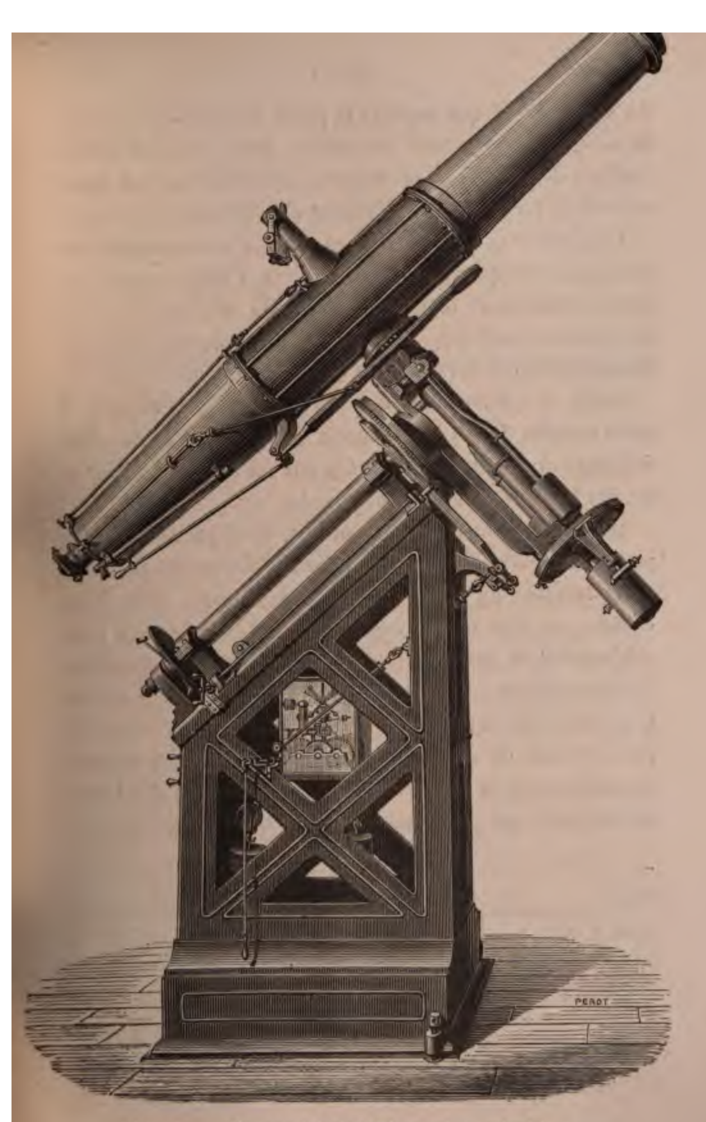


Fig. 8. — Équatorial de l'Observatoire de Lima.

du cercle divisé qui regarde le pilier et formant une surface conique de grande ouverture, dont les génératrices vont en divergeant vers ce pilier; les divisions sont espacées de 5′ en 5′ et la chiffraison s'arrête aux degrés.

La lecture se fait au moyen de six microscopes qui traversent obliquement un des piliers et dont les six oculaires convergent dans un espace de $0^m,60$. C'est une disposition analogue à celle qu'a employée autrefois M. Airy, à l'Observatoire de Greenwich [1].

Enfin le micromètre, qui porte seize fils verticaux et trois couples de fils horizontaux mobiles, est muni d'un éclairage donnant les fils noirs sur un champ brillant et les fils brillants sur un champ noir.

Malheureusement les révolutions, si fréquentes dans ce pays, ont empêché de donner suite au projet primitif. Les instruments sont encore actuellement dans leurs caisses, et rien ne fait espérer qu'on entreprenne prochainement la construction de l'Observatoire lui-même. Cette lacune est très-regrettable, et nous serions heureux si le récit que nous avons fait des efforts tentés dans les pays voisins et des résultats qui y ont déjà été obtenus pouvait servir en quelque chose à l'utilisation des beaux instruments que possède le gouvernement péruvien.

---

(1) *Astronomical observations of the Royal Observatory Greenwich,* t. XII, Appendix I.

CHAPITRE V.

LES INSTITUTIONS MÉTÉOROLOGIQUES AUX ÉTATS-UNIS.

L'INSTITUTION SMITHSONIENNE.

Il est impossible de parler des établissements météorologiques aux États-Unis sans citer en première ligne l'*Institution smithsonienne,* qui a eu pendant plus de trente ans la haute direction des observations dans ce pays, et qui en avait fait, jusqu'en ces derniers temps, l'objet principal de ses occupations.

Comme on le sait, cette institution célèbre doit son existence à l'Anglais James Smithson, descendant des ducs de Northumberland, qui à sa mort, en 1828, avait laissé l'usufruit de sa fortune à son neveu, à condition qu'après lui elle reviendrait aux États-Unis d'Amérique, « pour fonder, sous le nom d'*Institution smithsonienne,* un établissement destiné à favoriser le développement de la Science parmi les hommes ». Par décret du 1er juillet 1836, le Congrès accepta ce legs, qui montait alors, tout compris, à 3250000 francs (650000 dollars). En

outre de ce fonds, dont les revenus seulement sont employés sans que l'on puisse toucher au capital, le Congrès a dépensé plus de 2250000 francs pour la construction du palais de l'Institution, dont la première pierre fut posée le 1er mai 1847, et qui ne fut achevé qu'en 1856. Reconnue par une loi du 10 mai 1846, l'Institution fut confiée à un bureau de régents, sorte de surintendants qui élisent un secrétaire-directeur chargé de toute l'administration. Depuis le premier jour, jusqu'en 1878, date de sa mort, le poste de secrétaire-directeur a été rempli par le professeur Joseph Henry, au dévouement duque l'Institution doit certainement une bonne partie de son développement.

Dès son origine, l'Institution smithsonienne a poursuivi deux buts principaux. Le premier est de faciliter la production de travaux originaux dans les sciences; pour cela elle subventionne les savants et fait paraître leurs œuvres dans ses publications, les *Contributions smithsoniennes à la Science,* les *Mélanges* et les *Rapports annuels* au Congrès.

Le second but que s'est proposé l'Institution est l'étude de la Météorologie et plus particulièrement de la climatologie de l'Amérique. Depuis 1849, elle a distribué à toutes les personnes de bonne volonté des instruments météorologiques, en exigeant d'elles en retour l'envoi mensuel de toutes les observations. Celles-ci, faites d'après un plan uniforme exposé dans les *Instructions pour les observations météorologiques*, ont été accomplies dans plus de mille huit cent soixante stations, généralement pendant plusieurs années dans chacune, et les recueils d'observations conservés à Washington forment certainement le

plus grand amas d'observations météorologiques qui existe au monde.

Des calculateurs spéciaux, payés par l'Institution, y font toutes les réductions d'observations, tandis que des savants, souvent subventionnés par elle, en déduisent les conséquences relatives au climat de l'Amérique. Le résultat de cet immense travail paraît en ce moment même sous forme de magnifiques cartes résumant, pour chaque saison de l'année, la moyenne de toutes les observations, lignes d'égale pression, d'égale température, hauteurs de pluie, etc. C'est là un des travaux d'ensemble les plus importants que la science météorologique ait jamais eus à enregistrer.

L'Institution smithsonienne a publié, en outre, un grand nombre de travaux de Météorologie, dont quelques-uns ont été faits avec son aide matérielle. Nous donnons ici la liste de tous ces Mémoires.

Dans les *Contributions smithsoniennes à la Science* (*Smithsonian Contributions to Knowledge*), ont paru successivement :

Dans le Tome III (1852), *Observations on terrestrial magnetism*, by John Locke.

Dans le Tome VI (1853), *Winds of the northern hemisphere*, by James H. Coffin.

Dans le Tome VII (1855), *Account on a tornado near New-Harmony* (*Indiana*) *on april* 30, 1852, by John Chappelsmith.

Dans le Tome VIII (1856), *On the recent secular period of the aurora borealis*, by Denison Olmsted.

Dans le Tome IX (1857), *On the relative intensity of the heat and light of the Sun for different latitudes of*

the Earth, by L. W. Meech; *Auroral phenomena in north latitudes*, by Peter Force.

Dans le Tome X (1858), *Magnetic observations in the Arctic seas made during the second Grinnell expedition in search of sir John Franklin in* 1853, 1854 *and* 1856, by Elisha K. Kane.

Dans le Tome XI (1859), *Magnetic and meteorological observations made at Girard college*, by A. D. Bache, Part I; *Meteorological observations in the Arctic seas*, by E. K. Kane; *Observations on the terrestrial magnetism, made in Mexico, under the direction of baron von Müller*, by August Sonntag; *On certain storms in Europa and America*, dec. 1836, by Elias Loomis.

Dans le Tome XII (1860), *Meteorological observations made at Providence (R. I.) during a period of* 28 *years, from december* 1831 *to may* 1860, by Alexis Caswell; *Meteorological observations made near Washington, Ark. during a period of* 20 *years, from* 1840 *to* 1859, by Nathan D. Smith.

Dans le Tome XIII (1863), *Tidal observations in the Arctic seas*, by Elisha K. Kane; *Meteorological observations in the Arctic seas, made on board of the arctic searching yatch* Fox *in Baffin bay and Prince-Regent inlet*, by sir Leopold M. Clintock, 1857-1858-1859; *Magnetic and meteorological observations made at Girard college*, by A. D. Bache, Parts II, III, IV, V and VI; *Records and results of a magnetic survey of Pennsylvania*, by A. D. Bache.

Dans le Tome XIV (1865), *Magnetic and meteorological observations, made at Girard College*, by A. D. Bache, Parts VII, VIII, IX, X, XI and XII.

Dans le Tome XV (1867), *Physical observations in the Arctic seas,* by J. J. Hayes.

Dans le Tome XVI (1870), *Results of meteorological observations made at Brunswick (Maine) between* 1807 *and* 1859, by Parker Cleveland; *Meteorological observations made at Marietta (Ohio) between* 1826 *and* 1859, by S. P. Hildreth, *and between* 1817 *and* 1823, by Joseph Wood.

Dans le Tome XVIII (1873), *Tables and results of the precipitation in rain and snow in United States,* by Charles A. Schott; *Observations on terrestrial magnetism and on the deviation of the compasses of the U. S. ironclad.* Monadnock, by William Harkness.

Enfin dans les Volumes en cours de publication *Winds of the globe,* by J. H. Coffin; *Temperature tables,* by C. A. Schott.

Dans les *Mélanges (Miscellaneous collections)*, on peut citer :

Dans le Tome I, 1852, *Meteorological Tables,* by A. Guyot; 1856, *Psychrometrical Tables,* by James H. Coffin; 1859, *Meteorological and physical Tables,* by A. Guyot; 1860, *Directions for meteorological observations.*

Dans le Tome X (1871), *Circular relative to thunderstorms; Circular relative to altitudes; Circular relative to lightning-rods.*

Dans le Tome XII (1874), *Meteorological and physical Tables,* by A. Guyot, Part II.

Enfin, en dehors de ces publications, viennent les Mémoires suivants :

Directions for meteorological observations, by A. Guyot (1850); *Meteorological observations from* 1855

(1857); *Results of meteorological observations from* 1854 *to* 1859 (1861); *Results of meteorological observations from* 1854 *to* 1859, vol. II (1864).

Depuis 1874, l'Institution smithsonienne a été forcée de réduire un peu le champ de ses travaux. La faillite d'une des banques où était placé son capital a diminué ses ressources; de plus, la création du *Signal Service* venait de former un centre vers lequel devaient converger désormais toutes les observations météorologiques effectuées aux États-Unis. Aussi, en 1874, l'Institution a-t-elle invité tous ses correspondants à envoyer leurs observations au Signal Service, et non plus à elle-même. Elle se borne maintenant à travailler sur les données qui lui sont fournies par le Signal Service et à en déduire, ce que ne peut faire ce dernier, les lois générales du climat de l'Amérique. C'est ainsi que ces deux grandes institutions, marchant dans des voies différentes, se prêtent un mutuel appui et rivalisent de dévouement pour la Science et leur pays.

LE SIGNAL SERVICE.

Nous avons vu que, depuis 1849, des observations météorologiques étaient faites aux États-Unis sous la direction de l'Institution smithsonienne; mais, de toutes les données qu'elles fournissaient, on ne pouvait déduire que des conclusions générales sur le climat de l'Amérique, de grande valeur pour le météorologiste, quoique sans utilité immédiate pour la masse de la nation. Suivant l'exemple donné en France par Le Verrier, et suivi par-

tout en Europe, on reconnut enfin aux États-Unis la nécessité d'un service spécialement chargé d'études conduisant à des prédictions du temps à courte échéance, pour l'usage de l'agriculture et de la marine. S'ils ne furent pas les premiers à marcher dans cette voie, les Américains y dépassèrent rapidement tous leurs rivaux.

Le 9 février 1870, un acte du Congrès chargeait le Secrétaire (Ministre) de la Guerre du soin des observations météorologiques et de l'annonce des orages. Immédiatement le corps du *Signal Service U. S. Army* (télégraphistes militaires) y fut employé. Les observations furent commencées le 1er novembre de la même année dans vingt-quatre stations réparties sur toute la surface des États-Unis, et dont le nombre fut augmenté aussi rapidement que possible. Moins de quatre mois après, le 19 février 1871, on commençait la publication des *probabilités* ou prévisions du temps, qui n'a pas cessé depuis. L'organisation de signaux de précaution tout le long des côtes, soit de l'Océan, soit des grands lacs intérieurs, pour prévenir de l'approche des tempêtes, était en même temps étudiée; es stations maritimes étaient prêtes le 23 octobre 1871, et, trois jours après, le 26, elles inauguraient leur service en arborant le signal d'alarme au port d'Oswego (lac Ontario).

Mais, dès l'origine, on reconnut qu'une condition indispensable pour le succès de l'œuvre était de se réserver un champ d'études parfaitement limité, étant donné surtout le personnel auquel on avait recours. Comme l'Institution smithsonienne avait organisé depuis trente ans des observations pour en déduire les lois générales de la Météorologie de l'Amérique, le Signal Service laissa de côté tout

ce qui a trait à la généralisation de ses résultats et à leur discussion scientifique ; il se borna à faire exécuter de nombreuses observations et à les discuter immédiatement dans le seul but d'en déduire des prédictions à courte échéance. Il publie d'ailleurs toutes les observations et les distribue largement à tous les savants, pour qu'ils continuent sur elles la besogne qu'il n'a pas le loisir de faire. L'Institution smithsonienne, en particulier, y puise pour ses travaux généraux des documents en plus grand nombre et plus réguliers que ceux que lui procuraient autrefois ses observateurs volontaires.

Tel est l'historique de la fondation du service météorologique aux États-Unis ; nous allons maintenant essayer d'étudier dans le détail son organisation, la plus parfaite de ce genre qui existe actuellement dans le monde au point de vue de la prévision du temps, et de montrer par quelques exemples l'extension rapide qu'elle a prise et les services qu'elle rend chaque jour.

I.

Administration centrale. — Personnel.

Comme nous l'avons dit, tout le soin des observations météorologiques a été confié au Signal Service, qui n'est autre que le corps d'officiers et soldats télégraphistes de l'armée. En cette qualité, il a pour chef suprême le Secrétaire (Ministre) de la Guerre et pour directeur immédiat un général de l'armée active, sous le titre d'*officier en chef du corps des signaux de l'armée des États-Unis* (*Chief Signal-officer U. S. A.*). Depuis l'organisation du

service jusqu'en 1880, ces fonctions ont été remplies par le général Albert J. Myer.

En outre du service météorologique, le *Chief Signal-officer* dirige l'École de télégraphie militaire du Fort Whipple (Virginie), où l'on instruit des officiers, sergents et soldats dans la pratique de la télégraphie et des signaux, aussi bien pour les besoins ordinaires de l'armée, en temps de paix ou de guerre, que pour les stations météorologiques. Dans ce cas, l'instruction est plus spéciale et dure un temps plus long.

Tout le personnel employé par le Signal Service appartient à l'armée. Les chefs des différentes sections du bureau central à Washington sont des officiers de grades divers. Dans les stations météorologiques, le chef est un sergent qui porte le titre de *sergent observateur* (*observer sergeant*) et a sous ses ordres des *assistants* simples soldats. Ce sont ou des soldats sortis des rangs, ou des civils qui, en entrant dans le Signal Service, signent un engagement de cinq ans et deviennent dès lors, comme les autres soldats, soumis à toutes les lois militaires. Les uns et les autres, avant d'être admis dans le Signal Service, passent un examen préliminaire, à la suite duquel ils sont envoyés à l'École du Fort Whipple. Quand leur instruction semble suffisante, ils sont dirigés comme assistants sur les stations. Après un certain temps de service, ils peuvent rentrer de nouveau au Fort Whipple, pour suivre des cours plus élevés aboutissant à un examen qui leur permet de gagner le grade de sergent (*observer sergeant*) et d'être ensuite envoyés comme chefs de station suivant les besoins du service. Grâce à ce mode de recrutement des observateurs et à la discipline à laquelle ils

sont toujours soumis, la régularité du service est assurée; toute omission, tout retard dans les observations seraient punis d'après le Code militaire comme refus d'obéissance. De plus, grâce toujours à ce recrutement, le budget de la Météorologie ne paraît pas chargé comme cela l'aurait été par la création d'un corps spécial d'observateurs. En effet, le Signal Service existait bien avant qu'on lui eût attribué les observations météorologiques, et il n'a fallu que l'augmenter un peu pour le rendre propre à ces nouvelles fonctions. C'est un moyen d'utiliser un corps qui existerait sans cela, et, si une guerre survenait, en réduisant seulement le personnel des stations, on retrouverait des télégraphistes militaires tout préparés, que leurs occupations journalières auraient entretenus dans leurs fonctions spéciales.

La solde des sergents et simples soldats augmente à mesure qu'ils ont plus de service. Il serait trop long ici d'énumérer les traitements de chaque année et de chaque grade. Nous ne citerons ici que les chiffres moyens; ils se composent de deux parties : la solde proprement dite, et des suppléments pour la nourriture, l'entretien et le logement, toutes choses qu'il est impossible de fournir en nature aux hommes détachés en station.

Le traitement moyen de chaque grade est, par an :

Pour les sergents (observateurs) : solde, 1092 francs; supplément, 3060 francs. Total : 4152 francs.

Pour les simples soldats (assistants) : solde, 852 francs; supplément, 2430 francs. Total : 3282 francs.

Sur ce traitement, on retient aux uns et aux autres 60 francs pendant la troisième année, 120 francs pendant la quatrième et 180 francs pendant la cinquième. Ces

sommes leur sont rendues à l'expiration de leur temps de service, sauf les cas de désertion ou d'inconduite.

En dehors de ces sommes, on leur rembourse sur pièces justificatives leurs dépenses de vêtement, jusqu'à concurrence d'un maximum qui est en moyenne de 335 francs par an pour les sergents et de 324 francs pour les simples soldats. Pour les hommes qui se rengagent après cinq ans de service, la solde est la même que pendant la cinquième année, plus un supplément fixé à 120 francs par an.

Pour juger ces traitements, il ne faudrait pas absolument les comparer à ceux des employés de nos administrations publiques, à cause de la différence du prix de la vie dans les deux pays. Cependant, malgré le taux élevé des salaires en Amérique, ces traitements sont encore très-convenables, et c'est grâce à cette libéralité que le Signal Service peut trouver pour se recruter des hommes intelligents et dévoués.

II.

Organisation des stations.

Les observations météorologiques sont faites chaque jour dans des stations réparties sur toute la surface des États-Unis, puis envoyées télégraphiquement à Washington. La prévision que l'on en déduit est renvoyée à chaque station, qui en fait la publication dans les limites de son ressort.

Le personnel se compose d'un sergent observateur aidé d'un ou de plusieurs assistants, suivant l'importance de la station. Pour l'observatoire, on loue une ou deux cham-

bres dans une maison convenablement située, et, autant que possible, à proximité du bureau télégraphique de la ville. La maison doit toujours se trouver sur un point dominant, de façon à ne pas être masquée par les bâtiments environnants, et le loyer, payé directement par le bureau central, ne peut pas, sauf des circonstances exceptionnelles, dépasser la somme de 90 francs par mois. La chambre aux instruments est, de préférence, au dernier étage de la maison, à cause des instruments que l'on doit installer sur le toit, et qui sont la girouette, l'anémomètre et l'entonnoir du pluviomètre. Dans la salle, au contraire, ou aux fenêtres, sont les baromètres, thermomètres et psychromètres.

Dans la girouette employée, la tige est soudée à la flèche de façon à tourner avec elle ; cette tige pénètre dans le bureau d'observation à travers le toit, et se termine par une seconde flèche parallèle à la première. Sur le plafond on trace une rose des vents près de laquelle vient affleurer la seconde flèche, de sorte que, sans sortir, l'observateur peut juger constamment de la direction du vent.

L'anémomètre est le moulinet de Robinson, avec compteur ordinaire, auquel est ajouté un appareil d'inscription automatique au moyen de l'électricité. L'observateur relève seulement l'indication tracée sur le cylindre enregistreur; mais, de temps en temps, il doit vérifier qu'elle s'accorde bien avec celle du compteur. Dans quelques stations on remplace cet appareil par l'anémomètre et anémoscope de Gibbon, qui inscrit à la fois la direction et la vitesse du vent.

Le pluviomètre est de la forme ordinaire. Quand la

position de la station le permet, il est placé directement sur la terre, l'ouverture du collecteur à une hauteur de 30 centimètres au-dessus du sol. Dans les villes on le dispose, au contraire, sur le toit du bureau en notant avec soin son élévation. Le récipient mesureur pour l'eau recueillie a une section dix fois plus faible que celle de l'entonnoir collecteur, de façon à multiplier par dix la hauteur d'eau tombée.

Chaque station possède deux baromètres, système Fortin. Un des deux seulement est employé pour les observations, mais l'autre lui est comparé soigneusement au moins une fois par mois, pour servir en cas d'accidents.

Les thermomètres sont placés sous un abri construit en dehors d'une fenêtre située au nord. Cet abri, couvert en dessus par un toit plein, a ses parois latérales formées de persiennes, de façon à permettre accès de l'air, tout en protégeant contre le soleil et la pluie. Deux traverses fixées sur les deux parois latérales, et parallèles à la fenêtre, supportent les thermomètres : ce sont un thermomètre étalon à mercure (un autre en réserve en cas d'accident), un psychromètre d'August (thermomètres sec et mouillé), un thermomètre à maxima et un thermomètre à minima.

Enfin chaque station est munie d'une bonne horloge, que l'on doit toujours entretenir soigneusement réglée. Cela n'est pas difficile en Amérique, où toutes les lignes de télégraphes et de chemins de fer reçoivent directement l'heure d'un des observatoires astronomiques, en si grand nombre dans ce pays.

Tels sont les instruments fondamentaux que possède

au moins chaque station réglementaire. Quand les fonds du Signal Service le permettront, on essayera de distribuer aux stations principales quelques instruments enregistreurs. Mais, pour le moment, il est considéré comme plus utile de créer des stations nouvelles, le matériel décrit plus haut étant largement suffisant pour tous les besoins du service. Il faut nécessairement ajouter à tout cela le mobilier nécessaire à la station, acheté sur place à des prix dont le maximum a été fixé par le bureau central, et, de plus, tous les articles de papeterie, formules imprimées, cartes et livres de référence, envoyés directement de Washington.

Il n'est pas inutile d'ajouter ici quelques remarques générales sur la disposition des instruments. Sauf pour le baromètre, auquel, du reste, presque toute installation convient, la position du pluviomètre et des thermomètres est généralement très défectueuse; il en est le plus souvent de même pour la girouette. On a dû tout sacrifier à la condition de mettre le poste d'observation le plus près possible d'un bureau télégraphique. Il en résulte que les observations du Signal Service, suffisantes pour les besoins de la prévision du temps, où une grande précision n'est pas nécessaire, au moins jusqu'à ce jour, ne pourraient servir de bases à des études climatologiques sérieuses. Le côté pratique a dominé complètement le côté scientifique. On comprend qu'il en ait été ainsi à l'origine, alors que, pour se développer, le nouveau service devait avant tout prouver son utilité immédiate. Mais il est permis d'espérer que peu à peu les conditions seront améliorées, et que l'installation des instruments deviendra assez bonne pour que les observations puissent entrer dans les discus-

sions scientifiques où un peu plus d'exactitude est requise.

Dans tous les pays où passe un cours d'eau important dont les crues pourraient occasionner des dégâts, il faut ajouter à la liste des instruments de la station une échelle pour mesurer la hauteur de l'eau. Elle se compose, le plus souvent, d'une poutre bien équarrie, à surfaces planes, fixée solidement, dans la direction même de la pente de la berge, à des pilotis fortement enfoncés dans le lit du fleuve. On la gradue après qu'elle a été mise en place; pour cela, on pose vis-à-vis une règle divisée que l'on rend absolument verticale, puis, au moyen d'une autre règle portant un niveau de façon à assurer son horizontalité, on rapporte sur l'échelle fixe les points correspondant aux pieds et pouces de la règle verticale. Le zéro de cette échelle doit être l'étiage adopté généralement dans le pays.

Dans quelques villes, en dehors des stations météorologiques complètes, il existe maintenant des stations spéciales de rivière, confiées à un simple particulier, qui, moyennant une rétribution convenable, observe chaque jour le niveau de l'eau, l'aspect du ciel et la direction du vent, et télégraphie les observations à une station régulière qui lui est indiquée.

Un certain nombre de stations réglementaires sont également chargées, en outre des observations, de publier, pour une circonscription territoriale déterminée, tous les documents qu'on envoie de Washington. Le personnel de la station est alors plus nombreux, et au matériel ordinaire est ajoutée une presse à imprimer avec tout ce qui est nécessaire pour son fonctionnement.

Le nombre des stations complètes qui existaient en juillet 1877 était de 82; et celui des autres stations moins complètes s'élevait à 27.

Depuis la création du service, le nombre des stations a été, pour chaque année :

Au 1er octobre	1870 (création)	24
	1871........................	55
	1872........................	65
	1873........................	79
	1877........................	109

Le nombre des stations spéciales de rivière était de 19 en octobre 1873 et de 23 en juillet 1877.

En dehors de ces stations, le Signal Service correspond actuellement avec 12 stations du Canada. Les observations y sont faites aux heures et suivant les règles adoptées par le Signal Service, et sont, comme celles des stations américaines, envoyées télégraphiquement à Washington deux ou trois fois par jour.

On reçoit encore, mais par la poste seulement et non par le télégraphe, les observations de 7 stations de l'Amérique anglaise, et 1 des Antilles.

Sur cet immense territoire, qui ne comprend pas moins de 70 degrés de longitude (de 60 à 130 degrés) et de 26 degrés de latitude (de 24 à 50 degrés), c'est-à-dire un espace aussi grand que l'Europe entière, les stations sont répandues à des hauteurs variant depuis le niveau de la mer jusqu'à 4333 mètres. La carte ci-jointe (p. 66) ndique leur répartition; on n'y a marqué, en fait de villes, que celles où il y a des stations régulières, et les courbes de niveau permettent d'apprécier sommairement l'élévation.

Il nous suffira, pour terminer ce sujet, de signaler particulièrement une seule station, celle de Pike's Peak, dans le Colorado. Elle est située à une altitude de 4333^m, et des observations y sont faites depuis sept ans sans aucune interruption. Quand aurons-nous en Europe une station à une altitude qui s'approche seulement de celle-là ?

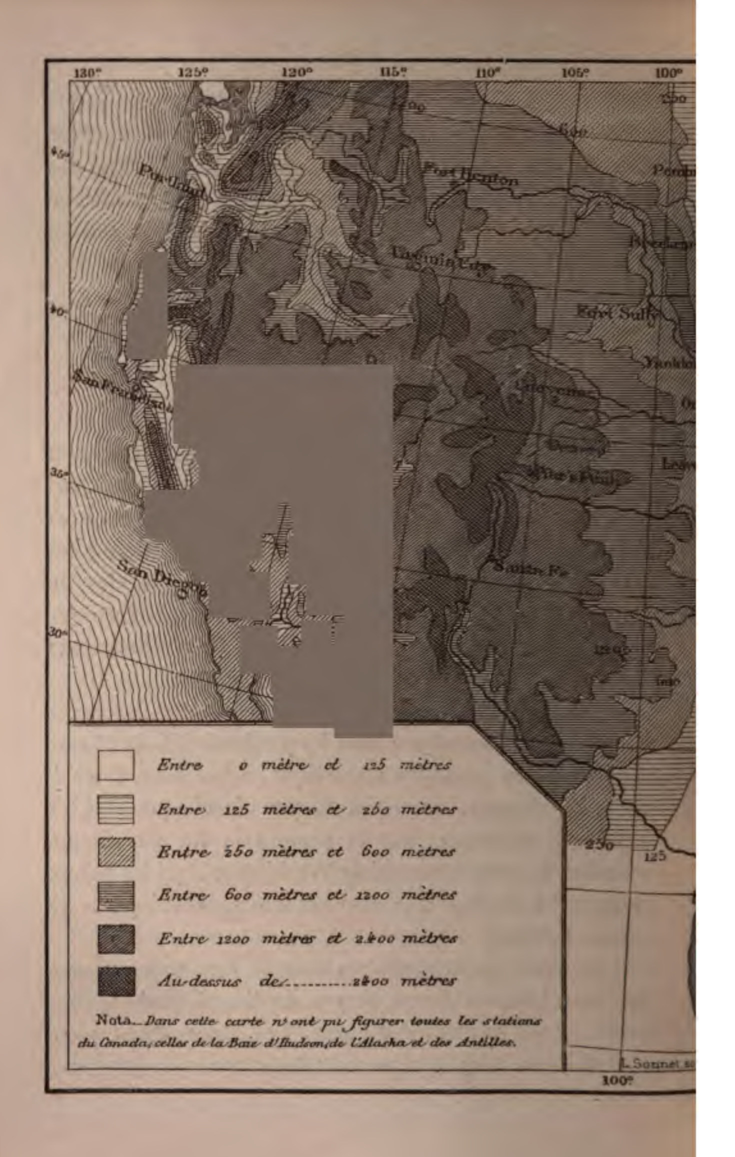
III.

Organisation du service.

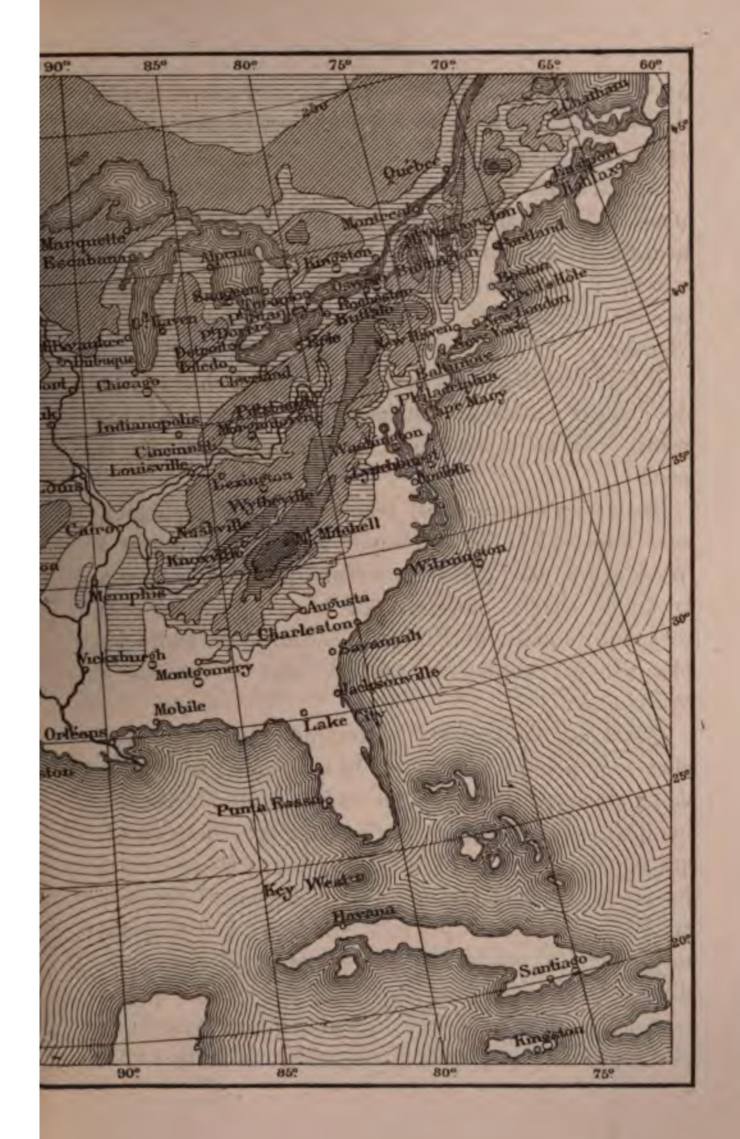
Les observations que l'on doit faire à chaque station sont de deux sortes : les unes, dites *observations télégraphiques,* sont destinées à une utilisation immédiate et doivent faire connaître la situation météorologique à un instant donné, le même pour toute l'Amérique ; c'est de ces observations, envoyées télégraphiquement à Washington, que l'on déduit le temps probable et les avertissements de tempêtes.

Les autres, dites *observations régulières,* servent plutôt à faire connaître toutes les particularités du climat des différents points de l'Amérique ; elles sont faites à certaines heures, au temps moyen de chaque lieu, et envoyées seulement par la poste à la fin de chaque semaine au bureau central de Washington, qui les publie pour servir de base aux travaux des météorologistes de bonne volonté.

Les observations régulières doivent être faites quatre fois par jour au temps moyen du lieu, à 7^h du matin, midi, 2^h du soir et 9^h du soir. Les observations pour transmission télégraphique sont faites trois fois par jour,



130°
125°
120°
115°
110°
105°
100°
45°
40°
35°
30°
Portland
Fort Benton
Fort Sully
San Francisco
San Diego
Santa Fe
Entre 0 mètre et 125 mètres
Entre 125 mètres et 250 mètres
Entre 250 mètres et 600 mètres
Entre 600 mètres et 1200 mètres
Entre 1200 mètres et 2.400 mètres
Au-dessus de............2400 mètres
Nota. Dans cette carte n'ont pu figurer toutes les stations du Canada, celles de la Baie d'Hudson, de l'Alaska et des Antilles.


90°
85°
80°
75°
70°
65°
60°
45°
40°
35°
30°
25°
20°
Chatham
Quebec
Halifax
Montreal
Portland
Boston
Woods Hole
New London
New York
New Haven
Marquette
Escanaba
Alpena
Kingston
Burlington
Saugeen
Buffalo
Erie
Dubuque
Detroit
Toledo
Cleveland
Chicago
Baltimore
Philadelphia
Cape May
Indianapolis
Cincinnati
Louisville
Washington
Norfolk
Lexington
Wytheville
Nashville
Mt. Mitchell
Cairo
Knoxville
Wilmington
Memphis
Augusta
Charleston
Savannah
Vicksburgh
Montgomery
Jacksonville
Mobile
Lake City
Orleans
Punta Rassa
Key West
Havana
Santiago
Kingston
90°
85°
80°
75°

à $7^h\ 35^m$ du matin, $4^h\ 35^m$ et 11^h du soir, temps moyen de Washington. Elles sont faites tous les jours, sans en excepter le dimanche.

Afin d'éviter toute omission ou toute confusion soit dans les observations, soit dans leur transmission, les instruments doivent toujours être observés dans l'ordre suivant : baromètre, thermomètre sec, thermomètre mouillé, anémomètre, girouette (ou anémoscope), pluviomètre.

Il faut immédiatement corriger toutes les observations de l'erreur constante instrumentale, et, pour le baromètre, réduire la hauteur à zéro et au niveau de la mer.

Toutes les observations, régulières ou télégraphiques, sont relevées à la fin de chaque semaine et envoyées à Washington, ainsi que leur moyenne pour la semaine. A la fin de chaque mois on fait le relevé général et la moyenne du mois, et l'on trace la courbe de toutes les observations; toutes ces courbes sont conservées à Washington.

Quant aux observations télégraphiques, aussitôt faites elles sont portées au bureau du télégraphe; la dépêche doit y arriver dix minutes au moins avant l'heure fixe indiquée pour son départ. Les Compagnies télégraphiques, qui ne dépendent aucunement de l'État, sont cependant forcées par la loi de donner le pas aux dépêches officielles; aussi les observations partent-elles de chaque station à une heure déterminée. Elles sont envoyées non pas immédiatement à Washington, mais à d'autres stations qui les centralisent et les expédient dans plusieurs directions; de plus, quand, par suite de la disposition de la ligne télé-

graphique, la dépêche d'une station à une autre doit passer par une ville intermédiaire où se trouve aussi une station météorologique, il faut, à cette dernière, saisir au passage la dépêche sans l'arrêter, en écoutant simplement le bruit que fait l'armature d'un électro-aimant placé dans le circuit. C'est là le principe de toute la transmission : pour gagner du temps, on n'expédie les dépêches qu'aux stations extrêmes, et toutes les intermédiaires les prennent seulement au passage. Au cas où la ligne directe serait interrompue, l'employé doit faire parvenir ses observations par toute autre ligne. Enfin, si l'employé du bureau télégraphique refuse d'envoyer la dépêche à l'heure voulue, il faut faire constater le refus et en aviser immédiatement le bureau central.

Avec les dispositions adoptées, il ne s'écoule pas en moyenne plus de soixante-dix minutes depuis le moment où les instruments sont lus dans les différentes stations jusqu'à celui où toutes les observations sont reçues et enregistrées à Washington; en même temps, chaque station a reçu les résultats des autres, au moins pour le plus grand nombre, car quelques-unes ne font encore qu'envoyer leurs observations sans recevoir le détail de toutes les autres.

Aussitôt qu'une station est ainsi en possession de tous les éléments qu'elle doit recevoir, l'observateur ou l'assistant en fait le bulletin général à plusieurs exemplaires; ceux-ci sont en partie envoyés aux journaux qui paraissent à temps pour les publier, en partie affichés à la chambre de commerce de la ville ou à d'autres endroits très-fréquentés. Pour permettre d'aller plus vite dans la rédaction de ces copies, on emploie l'artifice suivant. Le

bureau central fournit à chaque station des formules imprimées sur papier très mince, et réunies en cahier de façon à se superposer exactement. On compte une quinzaine de ces feuilles entre lesquelles on interpose une feuille de papier dont l'envers est noirci au crayon; sous la dernière, on place une feuille de tôle pour protéger les suivantes : il suffit alors d'écrire sur la première en appuyant un peu fort, pour que quinze bulletins se trouvent faits simultanément par décalque. Dans quelques grandes villes qui servent de centres de distribution, la station météorologique possède une presse à imprimer, et le bulletin, imprimé à un grand nombre d'exemplaires, est envoyé dans tous les pays environnants.

Immédiatement après le bulletin, l'observateur s'occupe de faire les cartes du temps destinées à la publication et à l'affichage. Ces cartes sont faites à dix ou quinze exemplaires à la fois par le même artifice que le bulletin, sur des feuilles de papier mince qui portent imprimé le canevas de la carte, et entre lesquelles on interpose des feuilles de papier noirci pour décalquer. L'observateur possède une série de caractères en relief, comme des caractères typographiques; il choisit ceux qui se rapportent aux observations, les pose sur la première carte, puis au moyen d'un coup sec l'impression se trouve faite à la fois sur toutes les cartes superposées. Toutes les indications sont placées à côté de la ville d'où viennent les observations qu'elles représentent. En premier, on imprime le symbole qui indique à la fois l'état du ciel et la direction du vent. C'est un cercle dont un diamètre porte une flèche que l'on oriente de façon qu'elle marche dans la direction du vent. Pour marquer :

 Beau temps, le cercle est blanc;

 Ciel nuageux, le cercle est traversé par une bande noire;

 Ciel couvert, le cercle est noir;

 Pluie, le cercle porte dans son intérieur un R (*rain*);

 Neige, le cercle porte dans son intérieur un S (*snow*).

Les trois premiers symboles indiqueraient en même temps un vent de sud-est; les deux derniers un vent de sud-ouest.

En dessous de ce symbole, on imprime les indications du thermomètre, puis du baromètre, et enfin la vitesse du vent. Sur ces cartes, les observateurs peuvent encore, s'ils le veulent, tracer les lignes d'égale pression, de dixième en dixième de pouce; mais cela n'est pas obligatoire, et ils ne doivent le faire que s'ils sont sûrs de ne pas commettre d'erreurs. Ces cartes sont affichées aux mêmes endroits que les bulletins dont elles sont la représentation graphique.

Une fois les cartes terminées, il reste encore à mettre au courant la carte fixe du temps, de plus grandes dimensions, et qui reste toujours affichée dans le vestibule du bureau pour que chacun puisse venir la consulter librement. Tous les changements que doit subir cette carte se font rapidement, de la manière suivante : à la place de chaque station est enfoncée une épingle qui porte une flèche, un disque de papier et une lame de papier porce-

laine. La flèche est orientée pour marcher dans le sens de la direction du vent, et non pas, comme dans les girouettes, pour indiquer l'endroit d'où il souffle. L'absence de flèche en un point y indique le calme.

Les disques de papier sont fendus suivant un rayon, de façon à tenir à cheval sur l'épingle et à s'enlever facilement.

Un disque rouge indique..	ciel clair.
Un disque bleu indique...........	ciel complétement couvert.
Un disque aux trois quarts bleu, au quart blanc, indique............	ciel aux trois quarts couvert.
Un disque à demi bleu, à demi blanc, indique.......................	ciel à demi-couv.
Un disque au quart bleu, aux trois quarts blanc, indique...........	ciel au quart couv.
Un disque noir indique...........	pluie.
Un disque rayé de blanc et de bleu indique...................... .	neige.

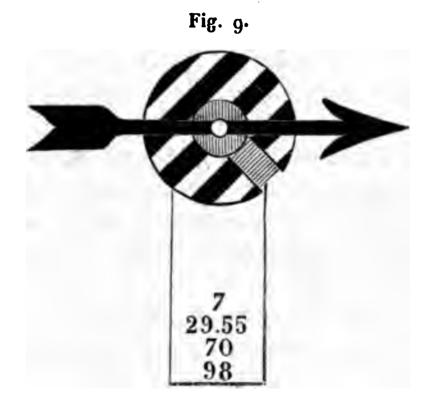
Sur la bande de papier porcelaine, on écrit au crayon quatre nombres. Le premier indique la vitesse du vent (en milles par heure) ([1]); le second, la hauteur du baromètre en pouces et centièmes de pouce; le troisième, la température en degrés Fahrenheit; le quatrième, l'état

([1]) Le mille vaut 1609^{m}.

hygrométrique de l'air en centièmes. Ainsi un symbole comme le suivant (*fig.* 9), placé sur le nom d'une ville, indiquerait qu'il y neige, que le vent y souffle vers l'est (vient de l'ouest), que la vitesse du vent est de 7 milles par heure, la hauteur du baromètre 29po, 55, la température 70 degrés Fahrenheit, et enfin que l'état hygrométrique est de 0,98.

Pour changer toutes ces données d'une observation à la

Fig. 9.



suivante, il suffit d'effacer le crayon avec une éponge humide, de changer les disques de carton et d'orienter convenablement les flèches.

De la comparaison de toutes les observations on déduit à Washington une *synopsis*, ou revue de l'état actuel du temps, suivie de *probabilités*, ou annonce du temps qui doit suivre. Ces synopsis et probabilités sont envoyées par le télégraphe aux différentes stations, où elles sont immédiatement transcrites à plusieurs exemplaires par le même

procédé que les bulletins et les cartes. Ces exemplaires sont affichés dans la ville, communiqués aux journaux et même envoyés aux personnes autorisées par le bureau central. Mais la carte et les dépêches du jour ont été mises bien avant à la disposition du public, de sorte que chacun peut se faire une idée du temps probable sans attendre l'arrivée de la dépêche de Washington.

Dans les stations situées au bord de la mer ou des grands lacs, un signal d'alarme doit être arboré en cas de temps dangereux pour les navigateurs, mais seulement sur un ordre émané de Washington. Le signal se compose, dans le jour, d'un pavillon rouge avec carré noir au centre, et, pendant la nuit, d'une lanterne rouge; il doit être disposé dans un endroit d'où il soit facilement visible de la plus grande partie du port, et, une fois hissé, il ne doit être retiré que sur un ordre formel de Washington.

Dans les stations spéciales de rivière, on ne signale que la hauteur de l'eau, l'état du ciel et la direction du vent, et, comme nous l'avons dit plus haut, cette observation est généralement confiée à un particulier subventionné par le Signal Service. Tant que la variation de hauteur du fleuve est faible, il suffit d'une observation chaque jour, à 3 heures du soir, temps moyen du lieu; la personne chargée de cette observation l'adresse par le télégraphe à la station régulière qui lui a été désignée. Quand, au contraire, un changement brusque se produit, il faut l'annoncer immédiatement et faire des observations toutes les trois heures.

Tels sont, en somme, les principes de l'organisation des stations, leur mode de fonctionnement et leur travail. Il nous reste à indiquer quelques-unes des dispositions qui

permettent au service de se faire rapidement et sans erreurs.

Pour éviter des erreurs de transmission dans les dépêches, on n'envoie que des mots et jamais de chiffres; ces mots, dont un seul représente quelquefois deux observations différentes, sont purement conventionnels et satisfont seulement à la condition d'être courts et difficiles à confondre les uns avec les autres, quand ils représentent des nombres voisins, de manière à éviter les petites erreurs, les seules dangereuses.

Une dépêche de station régulière se compose de dix mots en deux lignes de cinq chacune. Le premier mot de la première ligne indique le nom de la station; le second, la date et l'heure de l'observation; le troisième, la pression barométrique; le quatrième, la température; le cinquième, l'état hygrométrique de l'air. Dans la seconde ligne, le premier mot donne à la fois l'état du ciel et la direction du vent; le second, la vitesse du vent; le troisième, la direction du vent et l'aspect du ciel dans les couches supérieures de nuages; le quatrième, les mêmes observations pour les couches inférieures; enfin le cinquième indique la quantité d'eau ou de neige tombée depuis la dernière dépêche.

Pour les stations régulières qui ont en plus le service des rivières, on ajoute un sixième mot à chaque ligne pour la dépêche de midi seulement; à la ligne supérieure, le mot ajouté est toujours *river* (rivière), pour bien séparer les deux lignes; à la ligne inférieure, le sixième mot donne le changement de niveau de l'eau, en grandeur et en sens, pour les vingt-quatre heures précédentes.

Enfin, pour les stations spéciales de rivière, la dépêche,

qui n'est envoyée qu'une fois par jour, ne comprend que cinq mots : le premier, pour le nom de la station; le deuxième donne la date et l'heure de l'observation; le troisième, l'état du ciel et la direction du vent; le quatrième, la hauteur de l'eau en nombre entier de pieds; le cinquième enfin, le nombre de pouces qu'il faut ajouter à celui des pieds, pour avoir la hauteur exacte. Pour ces deux derniers nombres, le vocabulaire est différent suivant que le niveau est au-dessus ou au-dessous du zéro de l'échelle, et que la rivière est en crue ou en décroissance.

Nous donnons, du reste, pour mieux faire comprendre ce système, des exemples de ces trois sortes de dépêches, avec leur traduction.

1° Dépêche ordinaire d'une station régulière :

Mount. Cake. Florid. Throng. Beast.
Caspian. Relic. Hidden. Three. Abase.

TRADUCTION.

Mount....	Station	Mont Washington.
Cake.....	Date	2 du mois.
	Heure de l'observ...	Dépêche du matin (7^h 30^m.
Florid ...	Baromètre..........	$30^{po},07$.
Throng...	Thermomètre.......	19° (Fahrenheit).
Beast	État hygrométrique .	0,35.
Caspian..	Temps.............	Nuageux.
	Vent, direction.....	Nord-ouest.
Relic.....	Vitesse du vent.....	47 milles (par heure)
Hidden...	Nuages supérieurs ..	Cachés.
Three....	Nuages inférieurs...	Brumeux.
Abase....	Pluie tombée.......	$0^{po},01$.

2° Dépêche d'une station ordinaire chargée du service

des rivières (dépêche de midi seulement; les deux autres semblables à la précédente) :

Orleans. Gay. Folks. Trial. By. River.
Burns. Ranche. Hidden. Ten. Append. Hang.

TRADUCTION.

Orleans ..	Station	Nouvelle-Orléans.
Gay	Date...............	12 du mois.
	Heure de l'observ..	Dépêche de l'ap-m. $(4^{h}\,35^{m})$.
Folks.....	Baromètre	$30^{p},19_{0}$.
Trial.....	Thermomètre	74° (Fahrenheit).
By.......	État hygrométrique.	100.
River.....	....	Station de rivière.
Burns....	Temps	Forte pluie.
Ranche...	Direction du vent...	Sud-est.
	Vitesse du vent....	8 milles.
Hidden...	Nuages supérieurs ..	Cachés.
Ten......	Nuages inférieurs...	Ciel couvert.
Append..	Pluie tombée.......	$0^{po},88$.
Hang....	Variation de niveau de la riv. en 24^{h}...	Crue de 9^{po}.

3° Dépêche d'une station spéciale de rivière :

Hermann. Gab. Lomond. Harden. Often.

TRADUCTION.

Hermann.	Station	Hermann.
Gab	Date..............	1er du mois.
	Heure de l'observ.	6^{h} du soir.
Lomond..	État du ciel	Forte pluie.
	Direction du vent.	Nord-ouest.
Harden ..	Hauteur de l'eau..	Au-dessus du zéro, $12^{pi}\,5^{po}$.
Often....		Rivière en décroissance.

Ce mode de transmission par mots exige un vocabulaire très étendu, et qu'il est difficile, par conséquent, de savoir par cœur, ce qui peut occasionner quelques retards dans la traduction des dépêches, aussi bien au départ qu'à l'arrivée. En Europe, on préfère transmettre les chiffres eux-mêmes; les dépêches européennes sont du reste un peu moins complètes; elles ne contiennent pas d'indications relatives aux mouvements des nuages supérieurs ou inférieurs.

La régularité du service à chaque station est déjà prouvée à l'administration centrale par l'arrivée en temps voulu de toutes les observations et des Rapports, tant quotidiens qu'hebdomadaires et mensuels. Toute faute grave dans le service serait, du reste, punie militairement. Mais, indépendamment de cette preuve toute matérielle, des inspections générales sont faites au moins une fois par an. Des officiers du Signal Service visitent toutes les stations et en vérifient l'état matériel. Ils examinent dans le détail la disposition de chaque appareil, font corriger les défauts et comparent tous les instruments de la station avec des étalons qu'ils transportent avec eux (baromètres à mercure et anéroïde, thermomètre, et boussole pour vérifier l'orientation de la girouette). Ils font observer devant eux les sergents et les assistants, vérifient leurs nombres, s'assurent enfin par tous les moyens possibles de l'état de la station et du travail qui y est fait. Ils se mettent, de plus, en rapport avec les Sociétés météorologiques qui peuvent exister dans le pays, et ouvrent au dehors une véritable enquête sur la station, recueillant les témoignages publics, aussi bien les louanges que les blâmes. Ajoutons que ces derniers sont rares et que le nombre de sergents ou

d'assistants renvoyés pour irrégularités de service ou inconduite est des plus faibles.

IV.

Bureau central de Washington.

A la tête d'un service aussi étendu que celui que nous venons de décrire, il faut une administration centrale complète, avec un personnel nombreux et des ressources à la hauteur de la tâche à remplir. Cette administration est installée à Washington dans un édifice spécial, et ne comprend pas moins de huit départements ou bureaux différents :

1° Bureau des observations;
2° » du télégraphe;
3° » de la lithographie ;
4° » de l'imprimerie;
5° » des synopsis et probabilités ;
6° » des instruments;
7° » de la correspondance générale;
8° » de la comptabilité et du matériel.

1° *Bureau des observations.* — Ce bureau comprend tout d'abord une station météorologique ordinaire, établie dans le local même et qui, de même que toutes les autres stations, fait les observations réglementaires qui servent de base aux synopsis et aux probabilités.

Ce même bureau est chargé des relations avec toutes les stations; les télégrammes chiffrés qui donnent trois fois par jour les observations dans le pays entier lui sont apportés pour être traduits, copiés et communiqués

immédiatement aux bureaux des probabilités et de l'imprimerie. C'est encore de lui que dépend la surveillance des stations et le relevé de toutes les irrégularités de service; il fait la distribution par la poste des bulletins, synopsis et probabilités, des résumés hebdomadaires et mensuels. C'est à lui que les navires envoient les livres de bord qui contiennent toutes les observations météorologiques faites sur mer.

C'est également sous la direction de ce bureau qu'est la grande carte du temps affichée pour l'usage du public dans le vestibule de la maison. C'est une grande carte des États-Unis, où trois fois par jour on indique pour chaque station, comme nous l'avons déjà décrit, toutes les particularités du temps.

Ce service exige un personnel nombreux et un travail incessant. Pour la traduction des dépêches en langage ordinaire et l'envoi de tous les bulletins, synopsis et probabilités, il ne faut pas moins de trois escouades d'employés se relevant à tour de rôle, une pour le travail de jour, et les deux autres pendant chaque moitié de la nuit.

2° *Bureau du télégraphe.* — Le bureau du télégraphe est confié à des praticiens, divisés en deux escouades, pour le jour et la nuit. Ils n'ont d'autre besogne que celle de leur métier strict, recevant les dépêches et les portant telles quelles au bureau des observations, chargé de les traduire; ils transmettent également toutes les dépêches qu'on leur donne. Dans les attributions de ce bureau est, en outre, la comptabilité avec les Compagnies télégraphiques et le relevé des heures d'arrivée des dépêches des différentes stations.

3° *Bureau de la lithographie.* — La tâche principale du bureau de la lithographie est de faire les cartes du temps. Il reçoit du bureau des synopsis et probabilités le modèle des courbes d'égale pression et d'égale température résultant des observations trijournalières ; il fait le tirage des cartes, puis les envoie au bureau de l'imprimerie pour qu'elles y soient complétées par l'adjonction des chiffres, qui sont tirés typographiquement.

4° *Bureau de l'imprimerie.* — Le bureau de l'imprimerie a pour mission d'imprimer tous les documents du Signal Service. La partie principale de sa tâche est l'impression des rapports trijournaliers, des cartes et des probabilités. Aussitôt qu'il reçoit du bureau des observations le bulletin de toutes les stations, il doit l'imprimer immédiatement. Le travail est conduit avec une telle rapidité, que, le matin par exemple, les observations, faites dans toutes les stations à $7^h 35^m$, et traduites au premier bureau, commencent à être composées à $9^h 15^m$. Aussitôt après viennent les cartes du temps ; elles arrivent de la lithographie avec les courbes barométriques toutes tracées ; il ne reste plus qu'à imprimer, à côté du nom de chaque station, les chiffres et les symboles qui représentent l'état du ciel, la vitesse et la direction du vent, la hauteur du baromètre et du thermomètre, et l'humidité. Ce travail doit être fait assez vite pour que des cartes représentant le temps aux stations à $7^h 35^m$ du matin puissent être expédiées le jour même à Baltimore et New-York par le train qui part à midi de Washington.

Après ce travail vient l'impression des synopsis et probabilités, puis celle des bulletins hebdomadaires et men-

suels, et enfin de toutes les formules de papier à en-tête employées dans le service et des cadres destinés à l'inscription des observations.

5° *Bureau des synopsis et probabilités.* — L'officier chargé de la préparation des synopsis et des probabilités reçoit, aussitôt traduits, les rapports trijournaliers des différentes stations; il doit immédiatement les représenter graphiquement par des cartes. Il fait ainsi trois fois par jour trois cartes pour chaque observation : l'une pour la pression et la température; la seconde pour l'état du ciel, les nuages supérieurs et inférieurs, et les courbes d'égal minimum de température; enfin la dernière pour les courbes d'égale humidité relative. De la comparaison de toutes ces données il déduit les probabilités du temps et les fait précéder du résumé connu sous le nom de *synopsis*, qui donne la situation générale de l'atmosphère au moment de l'observation et sur lequel les probabilités sont basées. Ce travail doit être terminé et envoyé à l'impression au plus tard à $10^h 30^m$ pour les observations de $7^h 35^m$ du matin, à $7^h 30^m$ du soir pour celles de $4^h 35^m$, et à 1 heure du matin pour celles de 11 heures du soir.

Il trace en outre, sur une carte, le modèle des lignes d'égale pression et d'égale température qui doivent être reproduites par la lithographie sur toutes les cartes du temps. La carte des observations du matin doit être envoyée à la lithographie au plus tard à $10^h 45^m$. Celles des deux autres observations ne sont reproduites que le lendemain matin.

Ce travail des probabilités et des cartes est accompli par quatre officiers qui se succèdent à tour de rôle et qui en

portent individuellement la responsabilité scientifique. Ce sont eux encore qui rédigent les revues hebdomadaires et mensuelles du temps.

Pour les synopsis et la prévision du temps, les États-Unis sont partagés en neuf divisions et dix subdivisions. Les divisions sont :

1. États du Pacifique.
2. Nord-Ouest extrême.
3. Nord-Ouest.
4. Sud-Ouest.
5. États du Sud.
6. Régions des lacs.
7. États du centre.
8. États de la Nouv.-Angleterre.
9. Vallée du Saint-Laurent.

Les subdivisions sont :

1. Vallée du Missouri.
2. Vallée du Mississipi sup.
3. Vallée du Mississipi inf.
4. Vallée de l'Ohio.
5. Golfe occidental.
6. Golfe oriental.
7. Lacs supérieurs.
8. Lacs inférieurs.
9. Atlantique sud.
10. Atlantique central.

Les prévisions doivent être faites en termes nets au moins pour chacune des divisions, à moins qu'on n'ait pas reçu les observations nécessaires. Quand la nature du temps permet une précision plus grande, on indique le temps probable pour les subdivisions et même pour les États individuellement. Ces prévisions doivent comprendre le sens de la variation probable du baromètre et du thermomètre, la direction du vent et l'état du ciel. Avant les probabilités doit toujours venir la synopsis, résumé de la situation qui condense les faits sur lesquels les prévisions sont fondées; la publication des probabilités seules les ferait paraître comme de purs oracles, et « non, ainsi

qu'elles doivent l'être, comme une œuvre scientifique déduite d'observations régulièrement faites ».

Pour éviter toute confusion provenant de l'omission forcée des signes de ponctuation dans les dépêches, les synopsis et probabilités sont rédigées d'après des règles fixes. Chaque phrase des synopsis doit se terminer par le nom du pays auquel cette phrase est appliquée. Dans la prévision, au contraire, chaque phrase commence par les prépositions *en*, *à* ou *de*, suivies immédiatement du nom du pays qui est visé par la phrase qui suit. Voici du reste une traduction exacte qui fera bien comprendre cette rédaction et l'esprit dans lequel les probabilités sont écrites ·

Synopsis pour les dernières vingt-quatre heures.

Le baromètre a monté sur les États de la Nouvelle-Angleterre et du centre. Il a baissé un peu sur ceux du golfe et du nord-ouest. Un temps partiellement couvert, avec zones de pluie et vents frais variant de l'est au sud-est, domine sur les États du centre et du sud de l'Atlantique. Temps clair et vent faible sur la Nouvelle-Angleterre, la partie nord des États du centre, et depuis le milieu du golfe jusqu'aux lacs Érié, Michigan, et la partie est de l'Iowa. Les Rapports télégraphiques manquent pour les stations du Texas, du Michigan supérieur, du Minnesota, et pour toutes celles qui sont situées à l'ouest d'Omaha.

Probabilités pour les vingt-quatre heures prochaines.

Dans la Nouvelle-Angleterre et la partie nord des États du centre, ciel clair et vent faible ou assez fort. Depuis le New-Jersey et la Pensylvanie orientale jusqu'à a Floride, ciel partiellement couvert, zones de pluie, vents faibles ou assez forts entre le nord et l'est. Du Tennessee aux lacs Érié et Michigan, ciel clair ou partiellement couvert. Dans le nord-ouest le baromètre baissera un peu, et l'on aura des vents assez forts d'entre l'est et le sud.

Ces exemples montrent suffisamment le genre de ces prévisions; du reste, en les faisant, on doit considérer spécialement les pays auxquels elles peuvent parvenir en temps utile. Ainsi la prévision faite le matin, ne devant porter à l'origine que sur le temps du jour même et non celui du lendemain, était faite surtout pour les pays les plus voisins. Dans celle qui résulte des observations de l'après-midi et de la nuit, on a spécialement égard aux États du Sud et aux pays lointains où les probabilités, portant sur tout le jour suivant, peuvent arriver à temps pour être publiées par les journaux du matin.

En plus de ces prévisions, on envoie de Washington aux stations maritimes ou lacustres l'ordre de hisser les signaux de précaution, quand une tempête paraît à craindre; cette annonce se fait en dehors du service des probabilités et dès qu'elle paraît utile. Inversement, quand les symptômes menaçants semblent avoir disparu, l'ordre est envoyé de cesser les signaux. Pour les stations de rivière,

des avertissements analogues sont envoyés en cas de crue imminente.

Tous les mois le *Signal Service* doit publier [1] un atlas où sont réunis les bulletins trijournaliers, les cartes qui les représentent, les synopsis et probabilités qu'on en déduit, et enfin, au-dessous de ces dernières, l'exposé des faits qui les ont suivies, afin que chacun puisse contrôler l'exactitude des prévisions, et que les erreurs, rendues ainsi apparentes, puissent être mieux évitées à l'avenir. Chaque prévision est représentée par un nombre (1 ou une fraction) indiquant son degré d'exactitude, et la somme de tous ces nombres, divisée par le nombre total de prévisions, indique la proportion des vérifications. Ajoutons que le service est assez bien organisé, et que les savants qui sont chargés des prédictions ont acquis une connaissance pratique suffisante pour que la proportion des prédictions vérifiées atteigne et dépasse même quelquefois 80 pour 100.

6° *Bureau des instruments.* — Le bureau des instruments est chargé en premier lieu d'étudier et de comparer aux étalons tous les instruments neufs qui doivent être envoyés aux stations, afin de déterminer la correction instrumentale constante qui doit leur être appliquée pour les rendre tous rigoureusement comparables entre eux. C'est dans le même bureau que l'on répare tous les instruments détériorés renvoyés des stations.

---

[1] Des nécessités financières avaient forcé le *Signal Service* d'arrêter momentanément cette publication ; mais elle vient d'être reprise récemment et est poussée avec une grande activité.

En dehors de ces occupations, le même bureau se livre à l'étude générale et suivie de tous les modèles d'instruments enregistreurs qui parviennent à sa connaissance; le Signal Service en possède certainement aujourd'hui la collection la plus riche qui existe. Les instruments enregistreurs en observation régulière y étaient en 1873 :

Baromètre électrique imprimant de Hough.

Baromètre électrique inscripteur de Hough.

Baromètre mécanique de Wild.

Baromètre mécanique de Peelor.

Baromètre anéroïde de Beck.

Baromètre photographique.

Aellographe de Blum.

Météorographe électrique de Hough (baromètre, thermomètre, hygromètre).

Hygromètre et thermomètre de Wild.

Thermomètres photographiques.

Anémomètre électrique inscripteur de Gibbon.

Anémomètre et anémoscope électriques inscripteurs de Gibbon.

Anémomètre et anémoscope mécaniques inscripteurs de Beck.

Anémomètre, anémoscope et pluviomètre mécaniques de Wild.

Anémomètre mécanique de Draper, pour la vitesse.

Anémomètre mécanique de Draper, pour la pression.

Anémoscope mécanique de Draper.

Pluviomètre mécanique de Draper.

Pluviomètre mécanique de Beckley.

Marégraphe électrique inscripteur de Gibbon.

Marégraphe électrique inscripteur de Dunwoody.

En plus de ces instruments, la même pièce renferme deux armoires vitrées dans lesquelles sont figurées, en coton cardé, les différentes formes types de nuages, autour desquelles sont groupées les apparences variées qui en dérivent.

7° *Bureau de la correspondance générale.* — Ce bureau surveille toutes les publications du Signal Service et leur distribution; il a également la charge de la correspondance officielle ainsi que de la liste qui doit être tenue de toutes les lettres envoyées ou reçues. C'est encore de ce bureau que relève l'École de télégraphie militaire du Fort Whipple et que dépendent toutes les questions de recrutement.

8° *Bureau de la comptabilité et du matériel.* — Les occupations de ce bureau sont suffisamment définies par son titre; il connaît, en outre, de toutes les questions de discipline. C'est encore lui qui reçoit tous les Ouvrages que le *Signal Service* reçoit des différentes Sociétés savantes en échange de ses publications. Cet échange a produit, en 1873, quatre-vingt-dix Volumes ayant tous trait à la Météorologie.

V.

Missions spéciales.

Indépendamment des stations régulières, le Signa Service organise, autant que ses ressources le lui permettent, des missions spéciales ayant pour objet d'élucider des points intéressants de Météorologie. Au pre-

mier rang il convient de citer les observatoires temporaires sur les montagnes.

Au nombre des stations régulières permanentes, figure celle du mont Washington, à 1916 mètres au-dessus du niveau de la mer. Pendant l'été de 1873, trois autres stations furent organisées tout le long de la montagne, afin d'acquérir des données sur la loi de variation du climat à différentes hauteurs. La première de ces stations, à la base de la montagne, était à 883^{m},4 au-dessus de la mer; la deuxième, à 1237 mètres; la troisième, à 1692 mètres.

De même, deux stations furent établies sur le mont Mitchell (Caroline du Sud), l'une à la base (780 mètres), l'autre au sommet (2039 mètres). Les observations faites à toutes ces stations sont publiées *in extenso* dans e Rapport du Signal Service pour 1873.

Il faut mettre au même rang la station de l'île Saint-Paul (mer de Behring), devenue depuis station régulière, et établie dans le but d'étudier le climat des régions arctiques, et d'en déduire des conséquences utiles pour la prévision du temps en Amérique. Les observations, dont la première série est donnée dans le Rapport pour 1873, ont commencé à cette station le 18 août 1872.

Enfin, lors de la malheureuse expédition au pôle Nord du steamer *Polaris*, le Signal Service avait envoyé à bord, avec tous les instruments nécessaires, un de ses sergents observateurs, Frédéric Meyer, dont le Rapport se trouve dans le même Volume pour 1873. On connaît l'histoire de cette triste expédition. Partis de New-York le 29 juin 1871, sous la direction scientifique du Dr Bessel, ils perdaient, le 8 novembre de la même année, le capitaine Hall, chef maritime de l'expédition.

Après avoir dépassé le parallèle de 82 degrés, le sergent Meyer et dix-huit de ses compagnons, dont huit Esquimaux, furent séparés du *Polaris*, le 15 octobre 1872, par une rupture des glaces qui entouraient le navire, et qui leur fit perdre en même temps les précieux documents amassés jusque-là par le représentant du Signal Service. Les dix-neuf naufragés virent le *Polaris* s'éloigner sans leur porter secours, et, du 15 octobre 1872 au 30 avril 1873, ils vécurent sur un bloc de glace flottant à la dérive, sans feu, n'ayant pour abri que des huttes de neige, et pour vivres que quelques provisions sauvées du désastre et de la viande de phoque et d'ours, et supportant des températures qui se maintinrent une fois, pendant cinq jours de suite, au-dessous de —40°. Enfin, le 30 avril, ils furent recueillis par le *Tigress*. Bien que les documents les plus précieux aient été perdus, le Rapport du sergent Meyer est particulièrement intéressant, autant par le simple récit de toutes les souffrances que les naufragés eurent à endurer pendant leur abandon que par les observations météorologiques continuées avec un courage surhumain pendant tout le temps du séjour sur la banquise.

En outre de ces grandes missions exceptionnelles, le Signal Service envoie des officiers faire des enquêtes sur place après tous les cyclones ou grandes tempêtes qui sévissent sur un point quelconque des États-Unis. Ces enquêtes donnent lieu à des Rapports détaillés du plus haut intérêt pour la théorie des tempêtes, et qui sont insérés dans les Rapports annuels.

VI.

Statistique. — Publications. — Résultats obtenus.

Nous avons vu en détail comment le service est organisé dans les stations et au bureau central, et comment les probabilités du temps, arrivées à chaque station, sont portées le plus rapidement possible à la connaissance des intéressés. Il nous reste à donner quelques chiffres pour faire juger de l'extension énorme de ce service.

Il ne suffirait pas pour le pays des indications affichées à chaque station. Sans doute, elles sont communiquées aux journaux qui s'empressent de les reproduire en entier; mais, par ce moyen, elles arriveraient souvent encore trop tard et l'on a dû chercher mieux. Actuellement, les bulletins du temps et les avertissements sont distribués journellement et affichés dans un très grand nombre de bureaux de poste des États-Unis. Pour cela, on a organisé, dans des villes convenablement choisies, des stations munies d'une presse à imprimer et d'un personnel convenable. Les probabilités déduites de l'observation de 11 heures du soir leur sont télégraphiées de Washington le même soir, en même temps qu'un bulletin spécial pour la rédaction duquel on considère surtout les besoins de la population à laquelle il s'adresse. Ainsi, pour les stations agricoles de l'intérieur, ce bulletin, dit *Bulletin des fermiers,* insiste surtout sur les chances de beau temps, de pluie et d'orages, tandis que la direction et la force du vent jouent le rôle principal dans les avertissements qui sont destinés aux ports. Les bulletins de fermiers sont

ainsi imprimés immédiatement, puis envoyés dans tous les villages par toutes les voies possibles, chemins de fer, bateaux ou voitures, et affichés dans les bureaux de poste. Le nombre des bureaux ainsi desservis était de 4491 en 1873, mais il a beaucoup augmenté depuis, et atteignait déjà 6294 en 1877; le service est tellement fait que les points les plus reculés reçoivent les probabilités au plus tard à 9 heures du matin, et les autres bien avant ce moment.

Il faut chercher dans ce fait une des raisons principales de la supériorité du service américain sur les services similaires d'Europe. En Europe en effet, les prévisions sont établies sur les observations du matin, de sorte qu'elles n'arrivent que très tard dans la journée, et la science météorologique n'est pas encore assez avancée pour que ces prévisions puissent comprendre la journée entière du lendemain.

En Amérique au contraire, comme les prévisions agricoles reposent sur les observations de 11 heures du soir, elles s'appliquent sans aucune difficulté à toute la journée suivante et sont mises dès le matin à la portée des personnes qui ont intérêt à les consulter.

Les probabilités affichées dans les bureaux de poste, ou bulletins de fermiers, annoncent non-seulement les orages violents, et la sécheresse ou la pluie, mais, autant que possible, les températures extrêmes de la journée et la gelée; pour les stations de rivière, des bulletins spéciaux préviennent des crues et de leur importance.

Les différentes publications du Signal Service sont :

1° Les bulletins trijournaliers reproduisant les observations faites dans les stations;

2° Les cartes du temps qui traduisent graphiquement les bulletins;

3° Les synopsis et probabilités, et bulletins de fermiers dont nous avons parlé plus haut;

4° Les bulletins de rivière;

5° Les chroniques hebdomadaires du temps;

6° Les bulletins mensuels;

7° Le Rapport annuel du chef du Signal Service;

8° Le bulletin international quotidien.

Ce dernier bulletin, inauguré en 1874, conformément aux décisions du congrès de Vienne, contient les observations simultanées effectuées dans tout l'hémisphère nord à $7^h 35^m$ du matin, temps moyen de Washington ($12^h 53^m$ du soir, temps de Paris). Tous les pays successivement ont adhéré à cette entreprise, de sorte que le bulletin quotidien donne les observations effectuées dans les pays les plus lointains, comme la Sibérie et le Japon. Le nombre des stations qui envoyaient ainsi régulièrement leurs observations en 1877 était déjà de 317, non compris toutes les stations des États-Unis, et un grand nombre de navires qui observent également à la même heure. Non-seulement ces observations simultanées sont imprimées et distribuées à tous les collaborateurs, mais on y joint maintenant chaque jour une petite carte d'ensemble qui permet de juger d'un coup d'œil les traits généraux de l'état de l'atmosphère dans tout l'hémisphère nord.

Parmi les différentes publications énumérées plus haut, les quatre premières sont nécessairement celles qui doivent être répandues en plus grand nombre: aussi le nombre des cartes du temps distribuées a été de 124548 en 1877;

celui des bulletins trijournaliers, de 258154; celui des bulletins de fermiers de 2024294.

Les bulletins réguliers et les cartes sont également envoyés à quelques particuliers sur leur demande, quand elle paraît justifiée par des motifs suffisants.

Le nombre des envois d'observations reçus chaque jour à Washington s'élevait en 1877 à 1351, divisés ainsi qu'il suit :

Envois quotidiens du service télégraphique..........	474
» des observ. simultanées étrangères.	317
» des observateurs volontaires.......	379
» des médecins militaires...........	119
» des navires de la marine militaire des États-Unis.................	62

L'envoi des dépêches chiffrées représentant les observations trijournalières a nécessité à Washington la réception de 808663 mots conventionnels en 1877; le même bureau a dû en renvoyer 162633. Il a, en outre, reçu, en 1877, 9210 dépêches télégraphiques relatives au service et en a envoyé 8724, sans compter un nombre énorme de lettres qui était, pour la même année : lettres ou documents divers reçus par la poste, 706812; lettres envoyées, 52342. Ces quelques chiffres suffiront pour donner une idée de l'importance du service.

Les fonds nécessaires au fonctionnement d'une aussi vaste organisation sont empruntés à plusieurs sources. La solde de tous les observateurs, sergents et simples soldats, ne figure pas au budget spécial du Signal Service, puisque ce sont des soldats enrôlés et qu'en cette qualité ils sont payés directement par le département de la

Guerre. Les autres dépenses, loyer des locaux des stations, achat et réparation d'instruments, impression et frais de dépêches télégraphiques, sont directement à la charge du service. Parmi ces dépenses, les plus lourdes sont de beaucoup celles qui concernent l'envoi et la réception des dépêches, car les lignes télégraphiques appartiennent toutes, en Amérique, à des Compagnies particulières, et il faut leur payer leurs services. Le Signal Service a obtenu, il est vrai, un tarif spécial : pour chaque dépêche comprenant les Rapports du temps, le tarif est calculé à raison de 10 centimes par mot et par *circuit*, ou distance de 402 kilomètres (250 milles) parcourue par la dépêche : c'est là l'unité de longueur des télégraphes américains; toute fraction de circuit compte pour un entier. Dans les stations intermédiaires, sur les lignes où, comme nous l'avons vu, on doit saisir les dépêches au passage sans les arrêter, aucune rétribution n'est due aux Compagnies pour ce travail. Quant aux dépêches relatives au service, mais autres que les Rapports du temps, elles circulent à raison de 5 centimes par mot et par *circuit*, à condition toutefois que toute dépêche plus courte que vingt-cinq mots soit comptée comme les contenant.

Le Signal Service jouit, de plus, du droit que possèdent tous les services de l'État de faire passer leurs dépêches avant celles des particuliers. Toute infraction à ce Règlement de la part des Compagnies serait punie d'une amende de 500 à 5000 francs [1].

---

[1] Comme on doit s'y attendre, le Service Signal n'a que des revenus insignifiants, résultant de la vente des cartes du temps aux particuliers. Ces cartes sont distribuées si libéralement à tous

En 1874, une nouvelle charge s'est imposée au Signa Service; nous avons vu, à propos de l'Institution smithsonienne, qu'à cette date des conditions particulières l'avaient obligée de renoncer à un rôle actif dans les observations de Météorologie. Elle eut alors l'heureuse inspiration de proposer au Signal Service de reprendre pour son compte la direction qu'elle était forcée d'abandonner; celui-ci accepta et entra dès lors en relation avec les trois cent quatre-vingt-trois observateurs qui correspondaient alors avec l'Institution. Ces observateurs doivent envoyer tous les mois le résumé de leurs observations faites d'après un plan uniforme; en revanche, le Signal Service s'engage à les publier et à envoyer à ses correspondants tous les documents qui pourraient les intéresser dans ceux qu'il fait paraître.

Les sommes qui sont mises chaque année à la disposition du Signal Service pour faire face à toutes ces dépenses sont du reste considérables. Sans compter les crédits supplémentaires qui sont votés par le Congrès pour tel ou tel objet particulier, le budget régulier du Signal Service n'est pas moindre de 250000 dollars (1250000 francs). Encore ce budget ne comprend-il pas la solde des employés, comme nous l'avons exposé plus haut. Les Américains, dont

---

ceux qui peuvent en avoir réellement besoin, que le chiffre de la vente ne s'est élevé qu'à 460^{fr} environ en 1877.

Cette vente est faite, du reste, aux prix les plus modiques. On peut se procurer une carte sans indication du temps pour 0^{fr},075; une carte avec indication du temps, à deux couleurs, pour 0^{fr},15.

Enfin un cahier de cent cartes sur papier mince, identiques à celles qui servent à obtenir aux stations les différents exemplaires des cartes du temps, se vend 13^{fr},75.

tout le monde connaît le sens pratique et le peu d'amour pour les gros budgets, n'ont pas hésité un instant devant cette dépense, et ils regardent cet argent comme bien placé. Combien y a-t-il en Europe de services météorologiques qui ont à peine pour vivre la dixième partie du budget annuel du Signal Service !

Pour apprécier les résultats auxquels le Signal Service est arrivé, on peut tout d'abord calculer la proportion de ses prédictions du temps que l'événement est venu confirmer; en 1874, la proportion de prévisions vérifiées, dans l'ensemble, a dépassé 86 pour 100. Un pareil chiffre suffirait déjà pour faire juger l'œuvre, mais un autre moyen également sûr est de s'adresser au pays lui-même et de voir comment le Signal Service y est apprécié. Signalons tout d'abord qu'à la fin de 1877 215 villes des États-Unis demandaient la création chez elles d'une station météorologique. Si maintenant nous passons aux villes où ces stations existent, nous trouvons un concert unanime d'éloges. Nous allons essayer d'en donner quelques exemples, en les prenant dans les Rapports des stations et dans les résultats de l'enquête faite chaque année lors de l'inspection. Ces exemples montreront en même temps, par le témoignage même des intéressés, qui vaut mieux que toute autre appréciation faite de loin, le genre de services qu'une telle administration est appelée à rendre.

A Saint-Louis (Missouri), centre d'un grand pays de culture, l'utilité des bulletins et des prévisions est tellement sentie, que de grandes Compagnies de chemins de fer se sont décidées à propager gratis ces documents de la manière suivante : ils sont envoyés aux bureaux télé-

graphiques des gares de cette ville, et les employés des Compagnies les expédient sur toute la ligne; à chaque station, l'employé les reçoit et les affiche à la gare. De plus, le chef des bagages d'un des trains du matin reçoit un grand nombre de cartes du temps et en dépose un exemplaire à chaque station, où il est également affiché à la gare. L'initiative de ce mouvement, prise par la Compagnie de Saint-Louis, Rockford et Rock-Island, a été promptement suivie par six autres Compagnies de lignes aboutissant au même point, et, grâce à ce concours bienveillant, les informations sont distribuées sur une immense étendue de pays.

A Du Luth (Minnesota), nous voyons une autre Compagnie de chemins de fer aller plus loin encore et organiser des stations météorologiques supplémentaires. Considérant que, dans l'étendue des pays que traverse le chemin de fer du Pacifique Nord, le Signal Service n'a pu établir que peu de stations météorologiques, cette Compagnie a décidé qu'en deux de ses stations, à Brainard (Minnesota) et à Fargo (Dakota), des observations seraient faites par ses employés sur le même plan et aux mêmes heures que celles du *Signal Service,* et elle envoie à Washington le relevé de toutes ces observations.

A Cleveland (Ohio), les éditeurs de journaux du matin ont conclu avec une Compagnie de télégraphes un arrangement pour recevoir les synopsis et probabilités à temps pour leur publication. A New-Haven (Connecticut), le public suit les prévisions du temps avec un tel intérêt que l'on a forcé les employés du télégraphe à laisser leur bureau ouvert toute la nuit, afin de recevoir les dernières prévisions à temps pour qu'elles paraissent

dans les journaux du matin. Un éditeur de journal a même déclaré que la vente de sa feuille a beaucoup augmenté à la campagne, depuis qu'il a entrepris la publication régulière des prévisions du temps.

Quant au genre d'utilité que peuvent avoir ces bulletins, on en jugera par les exemples suivants, qui montreront jusqu'à quel point les prévisions du temps sont rendues pratiques.

A Cape May (New-Jersey), où toutes les maisons son en bois, le Rapport annuel constate qu'une immense quantité de travail et de matériaux, et surtout de peinture, est épargnée chaque année grâce aux prédictions de mauvais temps. Dans le Rapport pour Oswego (New-York), port du lac Ontario, on voit que les habitants manifestent un très grand intérêt dans les publications du Signal Service, mais que ceux qui en retirent les plus grands avantages sont encore les propriétaires de navires. Quelques capitaines sont venus attester que, grâce à ces publications et aux informations qu'on leur a données à la station d'Oswego, ils ont pu faire un ou deux voyages de plus que ceux qui n'en tenaient pas compte. A la fin de la navigation sur le lac, à l'automne, au commencement des gelées, les taux d'assurances deviennent très élevés; les capitaines et propriétaires de vaisseaux vont alors chercher des renseignements à la station et, d'après eux, se décident parfois à partir sans assurer ni le navire ni la cargaison. Un d'eux, en particulier, qui faisait la traversée du lac, venait chercher les renseignements tous les deux ou trois jours et déclare avoir, gràce à eux, économisé plus de 1600 francs rien qu'en frais d'assurances.

Si les marins savent profiter du Signal Service, les Compagnies d'assurances pourraient s'en plaindre; il n'en est rien pourtant et l'exemple suivant, tiré du Rapport sur Philadelphie, montre qu'elles s'arrangent aussi pour en tirer profit. En juillet 1872, un navire complétement chargé et dont la cargaison était assurée très cher à Philadelphie se perdit soi-disant dans un orage, à mi-chemin entre New-York et New-London (Connecticut), et les propriétaires vinrent réclamer le prix de l'assurance pour le navire et le chargement. Certains détails parurent douteux aux assureurs qui purent savoir le temps qu'il faisait cette nuit-là aux deux stations de New-York et de New-London. Ils parvinrent à prouver que dans ces deux ports le temps était beau et la brise très-douce. Le tribunal admit dès lors comme impossible qu'une tempête eût pu passer inaperçue si près de deux stations, et donna raison à la Compagnie d'assurances. Du reste, il fut prouvé, par la suite, que l'on avait assuré le navire pour beaucoup plus que sa valeur, et qu'on l'avait fait sombrer exprès.

Si nous passons maintenant au commerce et à l'agriculture, nous trouvons les Rapports suivants.

Voici, par exemple, les témoignages du secrétaire de la chambre de commerce de Nashville (Tennessee) :

Question : « Croyez-vous que les bulletins du *Signal Service* soient de quelque utilité locale ou immédiate dans ce pays ? »

Réponse : « Oh ! certainement; pour moi, par exemple, qui suis engagé en grand dans le commerce des tabacs. Quand nous voulons expédier des marchandises par la

rivière, nous savons, d'après vos Rapports, si elles pourront parvenir à destination sans transbordement, si la hauteur de l'eau sera suffisante. Or, cela est pour nous d'un intérêt énorme, car, en cas de transbordement, les Compagnies d'assurances nous demandent un prix considérable dans l'ignorance où elles sont de l'état du second navire qui reprendra les marchandises. »

Question : « Les probabilités ont-elles jamais attiré votre attention ? »

Réponse : « Je les suis avec le plus grand soin. Je possède une ferme à 3 milles de la ville, et je la mène d'après vos probabilités; on ne fauche le foin, sème ou moissonne le blé que lorsque vos indications sont favorables. »

Dans un sens analogue à celui que nous voyons dans cette dernière phrase, le Rapport pour Indianola (Texas) constate que, dans ce pays, toute la culture de la canne à sucre se règle sur le bulletin du Signal Service.

Lynchburg (Virginie), qui est un des plus grands centres pour la culture et la préparation du tabac, est également une des villes qui profitent le plus des probabilités. « Après une longue et patiente comparaison des prédictions avec le temps qui les a suivies, les manufacturiers sont arrivés à la conclusion qu'en pratique les *probabilités* sont des *certitudes;* aussi, ils se dirigent complétement d'après elles pour savoir quand ils peuvent exposer les feuilles de tabac en plein air, et sont unanimes à déclarer que maintenant ils peuvent ainsi prévenir des pertes énormes de marchandise et de main-d'œuvre. »

Citons encore, pour terminer cette énumération déjà un peu longue, le Rapport pour la station de Memphis (Tennessee). Nous y voyons tout d'abord les Compagnies de chemins de fer et de transports se servir constamment des bulletins du temps pour la direction des marchandises susceptibles d'être avariées par la pluie ou les changements brusques de température; puis un briquetier vient témoigner qu'en prenant garde aux avertissements et aux probabilités il a quelquefois, en un seul jour, évité des pertes de 1000 à 1500 francs. Toutes les personnes engagées dans l'industrie du coton accourent sans cesse au bureau chercher des renseignements sur le temps, la température, la quantité d'eau tombée dans les districts cotonniers. Enfin, les habitants des bords de la rivière sont intarissables dans leurs éloges. Le service d'avertissements pour les crues leur permet d'éviter, chaque année, des pertes énormes sur tout le cours inférieur du Mississipi, et « certaines classes de la population doivent tant à ce service, qu'elles ne sauraient plus réellement comment faire, s'il venait à disparaître ». Un tel service leur permet, en effet d'éviter, sinon toutes les pertes matérielles résultant de l'inondation, au moins celles que l'argent et la charité ne peuvent réparer, les pertes de vies humaines.

Telle est l'opinion que l'on a, dans le pays même, de l'institution qui nous occupe. Ajoutons que les dépenses, quelque grandes qu'elles aient pu paraître au premier abord, sont bien au-dessous des services rendus. On a calculé, en effet, qu'il suffirait de faire payer $1^{fr},40$ le bulletin affiché chaque jour dans chaque pays, pour couvrir *entièrement* tous les frais du service. Or, l'an-

nonce d'un orage permettant de sauver seulement quelques tonnes de fourrages ou le moindre navire suffirait, en un jour, pour rattraper la dépense d'une année.

Au moment où ces lignes sont mises sous presse, (août 1880), un grand malheur vient de frapper le Signal Service, la mort inopinée du général Albert J. Myer. C'est à la hardiesse et à la persévérance de son premier directeur que le Signal Service doit ses rapides développements. Dans l'intérêt général, il est à souhaiter qu'on ne laisse pas péricliter l'œuvre du général Myer. Quelque grande qu'elle puisse paraître déjà, cette œuvre peut recevoir encore bien des développements, et l'initiative du nouveau directeur, dont le nom n'est pas encore connu, ne manquera pas de sujets sur lesquels elle puisse se porter.

OBSERVATOIRE NAVAL DE WASHINGTON.

Bien qu'actuellement l'Observatoire naval de Washington se consacre surtout à l'Astronomie, on y fait depuis sa fondation des observations météorologiques régulières et, pendant un temps, la Météorologie y a même eu le pas sur l'Astronomie.

Depuis 1842, des observations météorologiques furent organisées d'abord dans le local provisoire, puis, à partir de 1844, dans le local définitif de l'Observatoire. Elles ont été publiées régulièrement dans les Volumes annuels des *Annales de l'Observatoire naval* et même, dans le Volume de 1866, on trouve une discussion approfondie, faite par le professeur J.-R. Eastman, des observations de 1842 à 1867. Il faut encore citer du même savant une

étude du cyclone qui a parcouru les Indes occidentales les 29 et 30 octobre 1867, imprimée dans le volume d'*Annales* pour 1871.

Mais ce qui rend impossible de ne pas parler de l'Observatoire de Washington au point de vue météorologique, ce sont les célèbres travaux de Maury. Nommé surintendant de l'Observatoire en 1844, c'est là qu'il prépara ses « cartes des vents et des courants », qui donnèrent le signal d'une révolution complète autant dans la Météorologie que dans la Navigation. C'est à l'Observatoire que furent écrites les *Instructions pour les navires voiliers,* qui indiquaient la direction des vents et des courants pour chaque région, et permirent d'abréger souvent de moitié bien des traversées. Si le travail astronomique proprement dit eut un peu à souffrir pendant la surintendance de Maury, il ne faut pas trop s'en plaindre en considérant les immenses résultats obtenus d'un autre côté. Il faut plutôt regretter que la guerre civile soit venue, là aussi, faire sentir sa funeste influence. Le 26 avril 1861, le commandant Maury quittait soudainement l'Observatoire pour aller rejoindre les confédérés du Sud, interrompant, pour ne jamais les reprendre, les études qui lui avaient déjà coûté plus de quinze ans de travaux, et où il avait ouvert des voies nouvelles à la Science.

Depuis 1861, l'Astronomie a repris ses droits à l'Observatoire de Washington et la Météorologie n'y occupe plus qu'une place secondaire.

OBSERVATOIRE MÉTÉOROLOGIQUE DU PARC CENTRAL (NEW-YORK).

En 1868, le Conseil municipal de la ville de New-York fut autorisé par la législature de l'État à fonder dans le Parc central un Observatoire météorologique et un Musée d'Histoire naturelle. L'établissement fut immédiatement organisé et la direction du service météorologique confiée à M. Daniel Draper.

L'Observatoire se compose de deux petites pièces au-dessus du Musée, et d'une terrasse qui recouvre une partie du même bâtiment; mais, si l'espace manque un peu, la position est une des meilleures que l'on puisse imaginer dans une grande ville. Le Parc central, qui est pour New-York l'analogue de notre bois de Boulogne, est situé sur une petite hauteur qui domine la ville; les environs ne sont pas encore complétement bâtis, de sorte que, tout en profitant du voisinage de la cité, l'Observatoire est soustrait, au moins en grande partie, aux nombreuses perturbations qu'une telle proximité pourrait amener. Si, d'autre part, les ressources du nouvel établissement sont faibles, le directeur en a su profiter avec une adresse remarquable, inventant des instruments simples et les exécutant en partie de ses propres mains; de sorte que, l'un des plus modestes par le budget, cet Observatoire est actuellement l'un des mieux organisés. Tous les phénomènes météorologiques proprement dits y sont enregistrés d'une manière continue par des instruments de l'invention de M. Draper, et qui, pour leur exactitude et leur simplicité, mériteraient d'être plus

répandus. Les observations ont commencé à être régulièrement enregistrées le 1er janvier 1869, et il n'y a jamais eu d'interruption jusqu'à ce jour. Des observations normales sont faites trois fois par jour, à 7 heures du matin, 2 heures et 9 heures du soir, pour contrôler les appareils enregistreurs. Chaque année, le Rapport du directeur, publié comme annexe du Rapport général du commissaire du Parc central, contient, en sus du tableau de toutes ces observations, leurs moyennes hebdomadaires, mensuelles et annuelles, et les travaux du directeur. Ce sont, par exemple, des Mémoires sur les variations possibles du climat de différentes villes des États-Unis, sur le mode et la vitesse de propagation des tempêtes à travers le continent et l'Atlantique, etc.

En dehors des instruments inscripteurs imaginés par M. Draper, les indications du baromètre, et des thermomètres sec et mouillé (psychromètre) sont encore enregistrées par la Photographie. Comme ce dernier procédé est ancien et bien connu, nous nous abstiendrons de le décrire, pour passer aux instruments originaux. Ceux-ci sont au nombre de six :

Girouette;
Anémomètre pour la pression du vent;
Anémomètre pour la vitesse du vent;
Pluviomètre;
Baromètre;
Thermomètres sec et humide.

Ces instruments se ressemblent tous par leur grande simplicité; ils n'emploient qu'un seul mouvement ordinaire d'horlogerie et fonctionnent sans le secours de l'électricité.

Girouette. — La tige de la girouette est soudée à la flèche de façon à tourner avec elle; elle traverse le toit de l'Observatoire, descend dans une des chambres et s'y termine par un tambour métallique sur lequel on enroule une feuille de papier. Un crayon qui appuie légèrement sur cette feuille tombe lentement entre deux glissières verticales, de façon à parcourir en vingt-quatre heures la hauteur du cylindre, d'une vitesse qui est rendue uniforme par un mouvement d'horlogerie. Quand la girouette tourne, elle entraîne avec elle le cylindre; le crayon, qui reste dans un plan vertical fixe, indique le changement. Sur le papier sont tracées quatre génératrices pour les points cardinaux, et un repère marqué sur le cylindre facilite la mise en place du papier, que l'on change chaque jour.

La disposition de l'instrument se comprend d'elle-même. A la description de cette girouette, M. D. Draper a oint comme exemple le tracé du 18 décembre 1869, jour d'un orage fort intéressant présentant les caractères d'un cyclone; les moindres oscillations de la girouette sont parfaitement indiquées, mais n'empêchent nullement de discerner la position moyenne qui, le matin, était est-nord-est. On voit les oscillations du vent diminuer peu à peu, puis un changement brusque de direction se produire; à 8 heures du soir le vent est du sud, mais au petit nombre d'oscillations on juge qu'il est assez faible; à 10 heures, nouvelle saute du vent; il est maintenant du nord-ouest, et l'amplitude et le grand nombre des oscillations montrent qu'il a repris toute sa violence; il continue en inclinant vers l'ouest jusqu'à 10 heures du matin de la journée suivante, heure à laquelle s'arrête le tracé.

Le seul inconvénient de cet instrument est de ne pas permettre l'inscription à longue distance. Pour que la tige de la girouette n'éprouve pas de torsion, il est nécessaire qu'elle soit assez courte et que la pièce où se fait l'inscription soit immédiatement au-dessous du toit.

Anémomètre pour la vitesse du vent. — L'appareil qui sert à mesurer la vitesse du vent est l'anémomètre à coupes de Robinson, trop connu pour exiger une description. Quant à l'inscription, elle se fait de la manière suivante.

La tige qui porte les quatre coupes tourne avec elles, traverse le toit et se termine dans le bureau d'observation par une vis sans fin. Cette vis commande un engrenage multiplicateur terminé par une came en spirale d'Archimède, sur le profil de laquelle est porté un poids maintenu entre deux glissières dans la verticale du centre de la came. Celle-ci, en tournant, soulève le poids, dont la distance au centre, grâce à la nature de la courbe, est à chaque instant proportionnelle à l'angle dont a tourné la came, c'est-à-dire au nombre de tours de l'anémomètre. Le poids porte un crayon qui appuie sans cesse contre une feuille de papier tendue sur une planche à dessin qui glisse sur un rail dans un plan vertical et est tirée par un mouvement d'horlogerie, de façon à se déplacer d'environ 1 centimètre par heure. Le crayon trace ainsi une courbe dont les abscisses représentent le temps et les ordonnées le chemin que le vent fait parcourir aux coupes de l'anémomètre.

L'engrenage multiplicateur est tel, que la came fait un tour entier pour un chemin de 5 milles (8046 mètres)

parcouru par les coupes; on sait que la vitesse du vent est à peu près trois fois plus considérable, de sorte que le vent a parcouru alors 15 milles. A ce moment, la révolution de la came étant terminée, le crayon retombe brusquement le long du rayon qui la termine et reprend sa position au bas du papier, pour remonter et retomber de nouveau après un nouveau chemin de 15 milles. On a donc la distance franchie par le vent dans un temps donné, en comptant le nombre de fois que le crayon a parcouru toute la hauteur du papier, multipliant ce nombre par 15, et y ajoutant la fraction tracée par le crayon en plus du nombre entier de hauteurs.

Dans un tracé pour le même jour que précédemment, conformément à ce que faisait prévoir la girouette, on voit que la vitesse du vent est d'abord très-grande. De 10 heures du matin à 6 heures du soir, le vent n'avait pas parcouru moins de 221 milles ou 354 kilomètres; entre 2 et 3 heures, la vitesse avait même atteint 69 kilomètres à l'heure. A partir de 6 heures, le vent se calme; la vitesse n'est même plus que d'environ 3 kilomètres entre 9 et 10 heures; puis elle augmente de nouveau et atteint 32 milles (51 kilomètres) entre 2 et 3 heures du matin, pour se réduire à 27 kilomètres entre 8 et 9 heures du jour suivant (19 décembre).

Cet appareil a, comme le précédent, l'inconvénient de ne point permettre l'inscription à distance.

Anémomètre pour la force du vent. — Un tambour cylindrique de métal est suspendu par une chaîne à un châssis solide au-dessus du toit. Il porte à sa partie inférieure une chaîne qui traverse le toit, pénètre dans le

bureau d'observation et se termine par une tige verticale rigide tirée de haut en bas par un ressort spiral en acier. En un point de la tige est fixé un crayon devant lequel se meut, comme dans l'appareil précédent, une planche à dessin recouverte de papier et animée d'un mouvement de translation de vitesse connue. Quand le cylindre reste dans la verticale de son point de suspension, le crayon trace sur le papier une ligne horizontale; mais, que le vent vienne à souffler, le tambour s'écarte de la verticale, tire la chaîne et fait monter le crayon. La théorie permettrait facilement de graduer l'instrument, mais il est plus simple de le faire par expérience, en tirant sur le tambour, par l'intermédiaire d'un dynamomètre, et déterminant la tension de ce dernier qui correspond à différentes positions du crayon. En divisant ce nombre par la section verticale du tambour, on a, pour chaque hauteur du crayon, la pression du vent en kilogrammes par mètre carré de surface.

Dans le tracé pour le 18 décembre 1869, on retrouve toutes les particularités qu'indiquait déjà l'anémomètre pour la vitesse; la pression du vent vers 3 heures avait atteint une valeur considérable, jusqu'à 102 kilogrammes par mètre carré; de $6^h 30^m$ à $10^h 45^m$ du soir, au contraire, calme complet, auquel succède un nouveau coup de vent. Sur le tracé on voit nettement que la pression du vent est loin d'être régulière; c'est une succession de coups violents, dont la force est souvent dix ou quinze fois plus considérable que la pression moyenne pendant la tempête.

Pluviomètre. — Le pluviomètre se compose d'une

cuvette cylindrique de métal placée sur le toit pour recevoir l'eau ou la neige, et munie à sa partie inférieure d'un tuyau qui amène l'eau dans le laboratoire. En dessous de l'orifice inférieur est un vase de verre suspendu par un ressort spiral d'acier, de façon qu'il s'abaisse à mesure que l'eau vient le remplir. A l'extrémité inférieure du ressort spiral est fixé un crayon qui appuie sur une feuille de papier mobile, et dont la position en hauteur indique à chaque instant le poids de l'eau que contient le vase, ou la hauteur d'eau tombée, si l'on divise le poids par la surface de l'ouverture du récepteur. Pour éviter de donner de trop grandes dimensions au vase, on le munit d'un siphon réalisant la disposition connue dans les Cours de Physique sous le nom de *vase de Tantale;* aussitôt que l'eau vient à couvrir le siphon, il s'amorce de lui-même et vide complétement le vase; le crayon remonte en haut du papier, et tout est prêt de nouveau pour continuer l'inscription. Dans l'appareil original, le vase se vide dès qu'il est tombé un demi-pouce d'eau ($12^{mm},7$).

En hiver, quand il tombe de la neige, elle fond constamment, grâce au courant d'air tiède qui monte du bureau tout le long du tuyau, et elle vient donner également la quantité d'eau liquide qui correspond à la neige.

Dans la tempête du 18 décembre, on voit sur le tracé que le crayon quitte l'horizontale, c'est-à-dire qu'il commence à pleuvoir, à 11 heures du matin. La pluie continue avec une abondance variable toute l'après-midi; à $4^h 20^m$ environ, le vase, étant rempli, se vide, et l'on voit le tracé remonter au haut du papier : il était alors tombé $12^{mm},7$ de pluie. Un peu avant 6 heures, la pluie cesse, et le tracé redevient horizontal. A minuit 10 minutes, petite averse

qui dure vingt minutes environ et donne $0^{mm},5$ de hauteur d'eau; la pluie a dès lors cessé de tomber jusqu'au jour.

Baromètre. — Le baromètre est extrêmement simple; c'est un baromètre à mercure dont le tube est fixe, mais dont la cuvette est suspendue à deux ressorts spiraux d'acier; quand la pression barométrique augmente, le mercure monte dans le tube, la cuvette devient plus légère et les ressorts la font monter; elle descend de même quand le baromètre baisse. Le calcul indique facilement que ces mouvements sont proportionnels aux variations de la pression; il suffit donc, pour inscrire ces dernières, de fixer à la cuvette un crayon qui frotte contre la feuille de papier mobile destinée à recevoir l'inscription. Comme on dispose à volonté de la sensibilité des ressorts et du diamètre du baromètre, on pourra faire en sorte que les mouvements de la cuvette soient beaucoup plus grands que les variations de la pression, et obtenir ainsi l'amplification que l'on jugera la meilleure.

Cet instrument n'était pas encore construit lors de l'ouragan du 18 décembre; le tracé aurait certainement présenté un grand intérêt, car le baromètre, à $757^{mm}4$ à 7 heures du matin, avait éprouvé une baisse subite énorme; il n'était qu'à $744^{mm},3$ à 2 heures du soir et à $740^{mm},3$ à 9 heures; le lendemain matin, à 7 heures, il se retrouvait à 752 millimètres.

Thermomètre. — Le thermomètre n'a été installé qu'en 1872. M. Draper avait essayé d'abord de faire inscrire d'une manière continue la longueur d'un fil de

cuivre, de manière à en déduire la température. Il a adopté depuis une lame formée de deux métaux soudés, et qui s'infléchit d'un côté ou de l'autre suivant les variations de la température. Les deux lames ont environ 20 centimètres de long et sont soudées sur toute leur longueur; une de leurs extrémités est serrée dans une mâchoire fixe; l'autre est libre et agit sur le petit côté d'un levier à bras inégaux, maintenu sans cesse en contact avec elle au moyen d'un ressort. L'autre extrémité du bras de levier, aussi grande qu'on le veut, se termine par un crayon qui appuie sur une feuille de papier mobile. Le thermomètre est gradué par comparaison une fois pour toutes aux températures extrêmes entre lesquelles il doit fonctionner. Les métaux employés étaient d'abord le zinc et le fer; depuis, M. Draper a préféré des lames doubles de laiton et de caoutchouc, qui seraient plus sensibles et donneraient, d'après lui, de bons résultats, chose étonnante au premier abord, quand on songe à la lenteur extrême avec laquelle le caoutchouc doit se mettre en équilibre de température avec l'air extérieur.

Pour avoir un psychromètre, il suffit d'enrouler autour d'une de ces lames un morceau de toile fine que l'on maintient toujours mouillée; on peut réunir sur le même tracé les indications du thermomètre sec et du thermomètre humide.

L'Observatoire possède actuellement un certain nombre de ces thermomètres. L'un fonctionne à l'ombre du côté du nord; un autre, à découvert sur la terrasse; un autre, également sur la terrasse, est couvert de noir de fumée et placé au milieu d'un ballon de verre fermé; il donne, par sa différence avec le thermomètre libre, la mesure de la

radiation solaire. Par de nombreuses comparaisons, M. Draper a reconnu qu'il était inutile de faire le vide autout de ce thermomètre, le ballon vide et le ballon plein d'air donnant les mêmes résultats.

Depuis quelque temps, M. Draper a remplacé dans ses appareils les crayons par des plumes capillaires en verre contenant de l'encre à l'aniline; ce sont des tubes de verre terminés par une pointe capillaire, que l'on approche très-près du papier, de façon que le contact se fasse, autant que possible, non par le verre lui-même, mais par la petite goutte qui pend au bout du tube. Le frottement contre le papier est beaucoup plus faible, et les tracés sont à peu près aussi fins et aussi nets qu'avec un crayon. Cette forme de plumes est également adoptée maintenant en Amérique pour les nombreux chronographes dont on se sert dans les observatoires astronomiques.

OBSERVATOIRE DUDLEY (ALBANY, NEW-YORK).

L'Observatoire Dudley, fondé en 1851 à Albany (New-York) par des souscriptions particulières [1], était tout d'abord destiné à l'Astronomie pure; mais, depuis 1866, le directeur, M. G. W. Hough, a commencé des séries régulières d'observations météorologiques. Ces observations, jusqu'au commencement de 1871, forment la matière du deuxième et dernier Volume d'*Annales de l'Obser-*

---

[1] Voir *l'Astronomie pratique et les Observatoires* (IIIe Partie, *États-Unis d'Amérique*, p. 138).

vatoire Dudley, imprimées par ordre et aux frais de la législature de l'État de New-York. Elles comprennent :

1° Des observations barométriques faites depuis le 1er janvier 1866 au moyen d'un appareil enregistreur qui trace à la fois la courbe des variations d'une manière continue et imprime une fois par heure la hauteur du baromètre en chiffres ordinaires, allant jusqu'aux millièmes de pouce ;

2° Des observations thermométriques faites, du 1er janvier 1862 au 1er janvier 1870, deux fois par jour, à 8 heures du matin et à 7 heures du soir ; au 1er janvier 1870, on ajouta à ces observations celle de midi ; enfin, du 1er septembre à la fin de la même année, les températures furent marquées d'heure en heure par un appareil inscripteur ;

3° La vitesse et la direction du vent, observées trois fois par jour, à 8 heures du matin, midi et 7 heures du soir, pendant l'année 1868 ; dans les années suivantes, l'observation a été enregistrée automatiquement toutes les heures ;

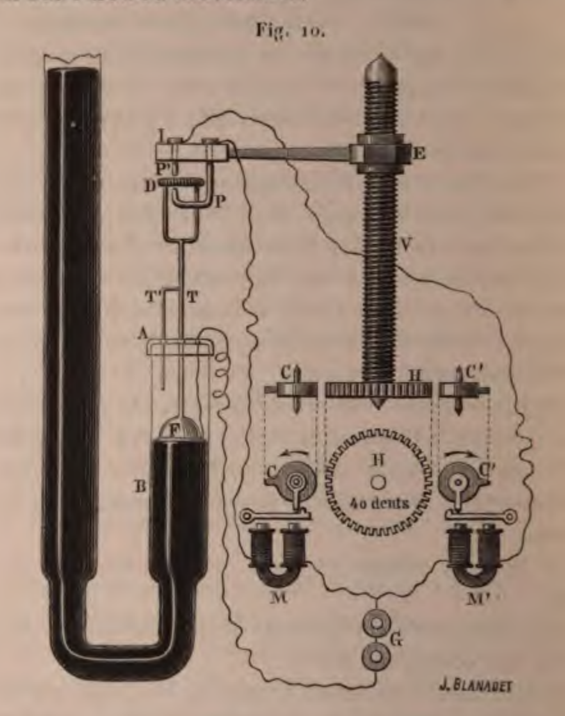
4° Enfin la quantité de pluie, mesurée une fois par jour.

Les instruments enregistreurs de cet observatoire méritent une description spéciale.

Le baromètre inscripteur à mercure est formé par un tube de section constante, recourbé en siphon, dont la petite branche est représentée en B (*fig.* 10). Sur le mercure repose un flotteur métallique F, surmonté d'une tige également métallique T, qui traverse le couvercle A de la petite branche du baromètre et se termine par un petit disque horizontal de platine D. Pour empêcher tout ce

système de tourner sur lui-même, une seconde tige T′ est fixée latéralement à la première et passe également dans un autre trou du couvercle A.

Fig. 10.



Le disque D est compris entre deux pointes de platine P, P′, qui en sont chacune à une distance au plus égale à $\frac{1}{2000}$ de pouce ($0^{mm},01$) et sont fixées dans une lame d'ivoire I, qui les isole l'une de l'autre. Un des pôles d'une pile G communique avec le mercure du baromètre; l'autre

porte deux fils qui traversent chacun un des électro-aimants M, M′ et aboutissent aux pointes P, P′.

Ces deux pointes et la lame I qui les porte sont reliées à un écrou E monté sur une vis micrométrique V, de façon à monter ou descendre quand la vis tourne, mais sans tourner avec elle. Cette vis, au $\frac{1}{50}$ de pouce ($0^{mm},5$ environ), se termine à sa partie inférieure par une roue H à quarante dents, de sorte que, lorsque cette roue H tourne d'une dent, le système des deux pointes P, P′ monte ou descend de $\frac{1}{2000}$ de pouce ($0^{mm},01$). Quant à la roue dentée H, ses déplacements sont commandés par deux pignons C, C′ à une seule dent, terminant deux mouvements d'horlogerie qui les font tourner en sens contraires, ainsi que le montre la figure. Ces pignons portent encore une petite came, qui est arrêtée par une saillie de l'armature des électro-aimants M, M′; mais, dès que celle-ci vient à être attirée, le pignon correspondant devient libre, se met à tourner et met en mouvement la vis V.

Supposons maintenant que, tout ayant été réglé de façon que les pointes P, P′ ne touchent pas le disque D, mais en soient à moins de $0^{mm},01$, la pression barométrique vienne, par exemple, à monter. Immédiatement, le flotteur, en descendant, rencontre la pointe P, fait passer le courant dans l'électro-aimant M et désembraye le pignon C, qui commence à tourner. A chacune de ses révolutions, il fait faire $\frac{1}{40}$ de tour à la vis V, c'est-à-dire fait descendre les pointes P, P′ de $\frac{1}{2000}$ de pouce ($0^{mm},01$); le mouvement dure jusqu'à ce que les pointes et l'écrou E se soient abaissés de la même quantité que le mercure : alors l'appareil se retrouve dans l'état primitif. Grâce à ce mécanisme, la vis fait donc $\frac{1}{40}$ de tour pour chaque

variation de $\frac{1}{2000}$ de pouce dans le niveau du mercure en B, c'est-à-dire pour un changement de $\frac{1}{1000}$ de pouce ($0^{mm},025$) dans la pression atmosphérique.

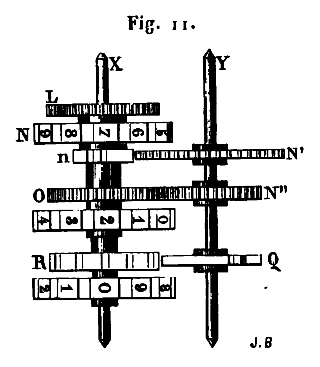
Une fois ce mouvement obtenu, il est facile de le communiquer à un appareil inscripteur quelconque; on pourra, par exemple, faire commander par la roue H un système d'engrenages multiplicateus terminés par une vis sans fin portant un chariot et un crayon qui frotterait sans cesse contre un cylindre recouvert de papier, et animé d'un mouvement de rotation. Les déplacements en hauteur du crayon sont proportionnels aux changements de la pression atmosphérique, et l'on est maître de l'amplification.

C'est ce qui est réalisé dans l'appareil de Hough, où l'on fait tracer à la fois deux crayons sur deux cylindres, dont l'un fait une révolution en deux jours et l'autre en quinze jours. On obtient ainsi la marche générale de la pression sur le cylindre à mouvement lent et les variations avec une amplification bien plus grande sur le cylindre à mouvement rapide.

En même temps que cet appareil d'enregistrement qui donne une courbe continue, la vis V en commande un autre qui imprime toutes les heures, en chiffres ordinaires, la pression barométrique jusqu'aux millièmes de pouce. Pour cela, la roue H entraîne un système multiplicateur se terminant à un pignon à cinquante dents L (*fig.* 11), qui avance de cinq dents, ou de $\frac{1}{10}$ de tour, pour une dent de la roue H, ou $0^{po},001$ de variation dans le baromètre. L'axe X de la roue L porte également un tambour N, sur la circonférence duquel sont gravés les dix chiffres en relief, et une came *n* qui fait tourner une roue à dix

dents N′, fixée sur un axe Y parallèle à X. La roue N′ est liée invariablement à une autre N″, qui commande le système d'une roue O et d'un tambour analogue à N ; ces deux pièces O sont montées à frottement sur l'axe X. La roue O, étant égale à N″, fera $\frac{1}{10}$ de tour pour chaque dixème de tour de N′ ou pour chaque tour de N. Le tambour O marquera donc les centièmes de pouce. Enfin l'axe Y porte encore une came Q qui, à chaque tour entier,

Fig. 11.



fait faire $\frac{1}{10}$ de tour au système R, monté également à frottement doux et composé d'une roue à dix dents et d'un tambour à chiffres en relief, qui se trouvera marquer les dixièmes de pouce de la hauteur barométrique. Un système convenable maintient tous les types en relief couverts d'encre grasse, et toutes les heures, ou plus souvent si on le juge utile, une feuille de papier est appuyée contre la tranche des trois tambours. Une fois ceux-ci réglés, l'appareil imprime ainsi de lui-même, en chiffres, les dixièmes, centièmes et millièmes de pouce de la pression barómé-

trique : quant aux unités, on les inscrit à la main, et, du reste, il ne peut y avoir aucun doute à leur égard, vu la grandeur de l'unité (1 pouce vaut $25^{mm},4$).

Pour éviter les corrections de température, le baromètre est compensé de lui-même ; le calcul indique facilement, pour un baromètre à siphon donné, quelle quantité de mercure il faut y mettre pour que les variations de niveau dans la petite branche soient sensiblement indépendantes de la température, au moins pour les pressions moyennes.

On reconnaît dans ce baromètre sensiblement les mêmes principes qui ont été appliqués ensuite dans le baromètre enregistreur de M. Rédier, si répandu aujourd'hui. Seulement ce dernier instrument n'emploie que des mouvements d'horlogerie, ce qui le rend supérieur au baromètre Hough, pour lequel une pile puissante est nécessaire.

Le même observatoire possède encore un appareil enregistreur de la vitesse et de la direction du vent. Pour la vitesse, la tige de l'anémomètre à coupes de Robinson entraîne un engrenage multiplicateur, qui, à chaque dixième de mille ($160^{m},93$) parcouru par le vent, ferme circuit et fait monter d'une petite quantité le crayon d'un cylindre inscripteur. Le nombre de ces espèces de gradins tracés par le crayon pendant une heure donne le chemin parcouru par le vent en dixièmes de mille.

Pour la direction, la tige de la girouette tourne avec la flèche et se termine à la partie inférieure par un tambour de bois, sur lequel sont enroulées huit bandes métalliques horizontales, toutes en communication avec l'un des pôles d'une pile, et couvrant respectivement $\frac{1}{8}$, $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{8}$ de

la circonférence du tambour. Un fil métallique, communiquant avec l'autre pôle de la pile, descend toutes les heures, par exemple, en frottant tout le long d'une génératrice du tambour; suivant l'orientation que le vent donne à ce dernier, le fil rencontre un nombre variable de bandes et produit à chaque fois un courant. Celui-ci passe dans un électro-aimant qui, chaque fois, fait avancer de $\frac{1}{8}$ de tour une roue qui porte gravés en relief les noms des huit vents princpaux (N., N.-O., O., S.-O., S., S.-E., E., N.-E.). Le courant est, par exemple, lancé huit fois dans l'électro-aimant pour le vent du Nord, quatre fois pour le vent du Sud, une fois seulement pour le Nord-Ouest, etc.

Enfin, M. Hough a également doté son observatoire d'un météorographe qui inscrit les indications du baromètre et des thermomètres sec et mouillé; nous le décrirons sommairement.

Toutes les heures, un mouvement d'horlogerie abaisse un levier portant des sondes verticales en platine, qui communiquent avec l'un des pôles d'une pile et vont plonger dans le tube ouvert des baromètres ou thermomètres, dont le mercure est en relation avec l'autre pôle de la pile. Au moment du contact de la sonde et du mercure, le courant est fermé et fait appuyer un crayon sur un cylindre inscripteur; la ligne qui joint tous les points supérieurs de ces tracés marque, à chaque instant, la position du niveau dans les appareils. De plus, pour éviter que la sonde, en sortant du mercure, ne produise une étincelle qui pourrait l'oxyder, on a soin de faire interrompre le circuit en dehors avant le mouvement de retour des sondes.

Cet appareil présente, comme on le voit, les dispositions principales que M. van Rysselberghe a appliquées depuis, avec quelques perfectionnements, dans son météorographe universel.

Tels sont les instruments météorologiques qui méritent d'être signalés particulièrement dans l'Observatoire d'Albany. Il avait été question un instant d'y installer des instruments de magnétisme, et l'on avait même commencé la construction d'une grande chambre souterraine, afin d'y être mieux à l'abri des variations de température. Malheureusement les fonds que l'Observatoire tenait de la générosité publique finirent par s'épuiser, et il devint impossible de se procurer de nouvelles ressources. En 1874, le directeur fut obligé de quitter l'Observatoire et d'entrer dans l'industrie; il ne resta plus même alors assez d'argent pour payer un gardien chargé de l'entretien des instruments, et l'Observatoire fut complétement abandonné. Dans une partie du jardin on a installé depuis une station du Signal Service, où les observateurs ont pu recueillir le baromètre inscripteur; ils n'ont malheureusement ni le temps ni les moyens de s'occuper de tous les autres instruments.

Comme on le voit par tout ce qui précède, la Météorologie est très cultivée aux États-Unis, mais d'une façon spéciale, et le côté pratique l'emporte sur les études de science pure. L'Institution smithsonienne seule, qui ne se mêle plus d'observations, s'est occupée longtemps des discussions scientifiques, et est arrivée dans cette voie à d'importants résultats. Les autres institutions ne font

guère que recueillir des nombres et ne les utilisent que partiellement, dans un but restreint, laissant à d'autres le soin de les étudier dans le détail. C'est à peine si, dans le pays des Maury et des Espy, on peut citer aujourd'hui quelques noms de météorologistes, tels que le professeur E. Loomis, qui s'occupent réellement de science.

Mais, si l'Amérique peut en ce moment envier à l'Europe les travaux de science pure, au moins, pour la grandeur du pays soumis aux études, la richesse avec laquelle les institutions sont dotées, le nombre et l'importance des documents recueillis et publiés, enfin la manière pratique dont on sait en tirer parti pour les besoins de chaque jour, les États-Unis ne rencontrent pas encore de rivaux.

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE I.

CHAPITRE II.

CHAPITRE III.

CHAPITRE IV.

CHAPITRE V.

PLANCHE.

FIN DE LA QUATRIÈME PARTIE.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER VILLARS, quai des Augustins, 55.

